



SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI
MASTER IN COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA FRANCO PRATTICO

28 giugno 2019, Trieste

*LA SCIENZA AL SERVIZIO DELLA REALTÀ VIRTUALE
E LA REALTÀ VIRTUALE AL SERVIZIO DELLA SCIENZA.
GLI STUDI DEL VHIL E IL SUO POTENZIALE COMUNICATIVO.*

Relatore: Prof. Paolo Atzori

Candidata: Silvia Girardi

INDICE

| | |
|---|---------|
| <i>ABSTRACT</i> | pag. 7 |
| <i>CAPITOLO PRIMO – LA REALTÀ VIRTUALE</i> | pag. 11 |
| 1.1 Quadro storico | pag. 11 |
| 1.2 A che punto siamo? | pag. 14 |
| 1.3 La realtà virtuale | pag. 16 |
| 1.4 Realtà virtuale e realtà aumentata | pag. 18 |
| 1.5 La quinta rivoluzione industriale | pag. 20 |
| <i>CAPITOLO SECONDO – UN MEZZO VERSATILE: RICERCA SCIENTIFICA, SIMULAZIONI, ADDESTRAMENTO E COMUNICAZIONE</i> | pag. 23 |
| 2.1 Un mezzo | pag. 23 |
| 2.2 Nuovi modelli e nuove terapie in campo medico e psicologico | pag. 24 |
| 2.3 La corsa allo spazio è ancora una “corsa”? | pag. 30 |
| 2.4 Laboratori fisici vs laboratori virtuali | pag. 31 |
| 2.5 Esercitazioni militari | pag. 33 |
| 2.6 Musei e patrimonio artistico | pag. 35 |
| 2.7 Turismo e luoghi esotici | pag. 38 |
| 2.8 Newsgame e giornalismo | pag. 39 |
| <i>CAPITOLO TERZO – REALTÀ VIRTUALE E COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA</i> | pag. 43 |
| 3.1 Empatizzare per cambiare stile di vita | pag. 43 |
| 3.2 Gli Studi di Bailenson e del Virtual Human Interaction Lab | pag. 46 |
| 3.3 La comunicazione virtuale della scienza ieri e oggi | pag. 48 |
| 3.4 Componente collettiva e partecipativa | pag. 51 |

| | |
|---|---------|
| 3.5 Effetti collaterali | pag. 52 |
| 3.6 Applicazioni | pag. 54 |
| 3.7 Realtà virtuale nei musei: la nuova frontiera dell'apprendimento partecipativo | pag. 64 |
| <i>CONCLUSIONE</i> | pag. 73 |
| <i>BIBLIOGRAFIA</i> | pag. 77 |
| <i>SITOGRAFIA</i> | pag. 78 |
| <i>ELENCO IMMAGINI UTILIZZATE</i> | pag. 81 |

ABSTRACT

Questo elaborato si propone di studiare il fenomeno della realtà virtuale come strumento nella promozione e divulgazione scientifica attraverso l'osservazione delle sue applicazioni in diversi campi della scienza e della sua comunicazione.

Partendo da un'analisi precedentemente condotta durante i miei studi universitari e sfociata nella stesura della tesi dal titolo *Empatia 3.0 : realtà virtuale e promozione di cause sociali. Il caso Chris Milk*, ho cercato di riflettere ulteriormente su questo fenomeno osservandone le evoluzioni tecnologiche e le moderne sfaccettature.

Questo studio non vuole arrogarsi il diritto di stabilire come e quando vadano usati strumenti immersivi come la realtà virtuale, aumentata o mista per raccontare la scienza, ma cerca di comprenderne le motivazioni e se esse siano in qualche modo efficaci per i diversi pubblici.

I primi due capitoli sono incentrati sull'analisi del mezzo nelle sue distinzioni (realtà virtuale, aumentata e mista), sugli studi fatti in merito e sugli ambiti di utilizzo principali.

Il terzo capitolo affronterà il tema della realtà virtuale nella comunicazione della scienza, argomento principale di riflessione e approfondimento.

Svilupperà, inoltre, alcuni esempi nei vari ambiti della comunicazione della scienza, cercando di mettere in luce i passi in avanti fatti in Italia e all'estero e puntando a comprendere le motivazioni che rendono questi strumenti efficaci sia per informare

rispetto a determinate tematiche, sia per sensibilizzare e generare riflessioni o addirittura cambiamenti di atteggiamento.

CAPITOLO PRIMO

LA REALTÀ VIRTUALE

1.1 quadro storico

Il concetto di realtà virtuale comincia a delinearsi nella seconda metà degli anni '50, quando studi specifici si concentrano su come stimolare i sensi attraverso simulazioni della realtà.

Ci troviamo in un periodo di grandi cambiamenti e sviluppi tecnologici, quasi 70 anni dopo l'invenzione della pellicola cinematografica ad opera di George Eastman e a più di mezzo secolo dal cinematografo dei fratelli Lumière. In questo contesto scienziati e inventori hanno voluto unire al fascino del cinema l'immediatezza e il realismo di un'esperienza multisensoriale arrivando alla progettazione nel 1957 di un macchinario denominato *Sensorama*.

Questo primo e, per quel tempo, sofisticato simulatore nasce per opera di Heilig Morton, regista e direttore della fotografia statunitense e consiste in una cabina simile alle moderne postazioni di gioco con schermi stereoscopici, altoparlanti, una seduta mobile dotata di vibrazioni, simulazione del vento, sensori tattili e un sistema di riproduzione di profumi.

Siamo ancora lontani da quello che per noi oggi è la realtà virtuale (VR), ma passano pochi anni prima che Ivan Sutherland, dell'Università dello Utah, progetti e realizzi la *Spada di Damocle*, il precursore dei moderni visori.

Il primo prototipo di Sutherland è costituito da un pesante aggeggio agganciato al soffitto esattamente sopra a chi lo utilizza (da lì il nome del dispositivo), ma il secondo modello risulta già più leggero e compatto, con trasmettitori ultrasonici per tracciare il movimento ed elementi ottici per trasmettere le immagini generate dal computer negli occhi degli utenti.



Fig. 1 (sinistra): Sensorama Machine

Fig. 2 (in alto): Spada di Damocle

In questi anni vengono fatti numerosi investimenti per sviluppare quella che sembrava essere una tecnologia destinata a cambiare la storia dei media. Nel 1977 viene rilasciato l'*Aspen Movie Map*, un dispositivo che permetteva a chi lo utilizzava di poter camminare tra le strade della città di Aspen, Colorado. Una sorta di precursore di Google Street View realizzato da Andrew Lippman del MIT grazie alle riprese effettuate in quattro direzioni da quattro telecamere con un giroscopio, installate su un furgone.



Fig. 3: Aspen Movie Map

Gli anni '80 e '90 sono gli anni delle sperimentazioni militari, supportate soprattutto dal governo degli Stati Uniti. Nel 1981, l'aeronautica statunitense realizza il progetto *Super Cockpit* per l'addestramento dei piloti, pochi anni dopo la NASA costituisce un team che porta alla progettazione del VIEW (*Virtual Interface Environment Workstation*) allo scopo di aiutare l'organizzazione delle missioni spaziali attraverso un sistema innovativo di grafica computerizzata, immagini video, suoni tridimensionali, riconoscimento e sintesi vocale.

Secondo Scott Fisher, ingegnere della NASA e uno dei pionieri della realtà virtuale, l'obiettivo è quello di «fornire uno spazio di lavoro collaborativo nel quale i partecipanti remoti possano interagire virtualmente, senza rinunciare ad alcune delle sfumature tipiche degli incontri faccia-a-faccia»¹.

Nel 1989 si arriva, grazie a Jaron Lanier, uno dei fondatori della VPL Research (*Virtual Programming Languages*) a identificare questa tecnologia con il nome di *Virtual Reality* (VR). Questa denominazione arriva alla fine di un decennio in cui artisti e scrittori hanno teorizzato e interpretato più volte i concetti che ruotano attorno alla realtà virtuale. Nel 1982, ad esempio, lo scrittore statunitense William Gibson, noto come uno dei massimi esponenti del cyberpunk, ha descritto per la

¹ C. Scurati, *Tecniche e significati: linee per una nuova didattica formativa*, Vita e Pensiero, Milano, 2000, p. 48.

prima volta il concetto di cyberspazio in uno dei suoi romanzi di fantascienza, *Neuromante*, definendolo come «una rappresentazione grafica di dati ricavati dai banchi di ogni computer del sistema umano»².

In questo decennio di sperimentazioni e di primi veri approcci con il mondo digitale che conosciamo oggi, importanti case produttrici di videogiochi come la Atari o la Sega finanziano e provano a realizzare propri visori, fino alla commercializzazione nel 1995 di *Virtual Boy* della Nintendo e di VFX1 della Forte Technologies che fanno ufficialmente sbarcare questa tecnologia nel mondo del videoludico.

Una nuova era della realtà virtuale, così come la intendiamo ora, inizia grazie all'intraprendenza di Palmer Luckey, un imprenditore statunitense che nel 2016 si è guadagnato il ventiduesimo posto della lista di Forbes degli imprenditori più ricchi d'America con meno di 40 anni.

Nel 2009 sperimenta il suo primo prototipo, non soddisfatto dei visori esistenti sul mercato per costi, tecnologie e praticità e a 17 anni realizza PR1 con un campo visivo di 90 gradi e feedback aptico integrato.

Due anni dopo, nel 2012, diventa famoso per un'unità denominata *Rift* che comincia a vendere sul sito di crowdfunding Kickstarter.

Così *Oculus Rift* conquista il mondo portando la campagna Kickstarter a raggiungere il 974% del suo obiettivo iniziale e facendolo diventare una vera e propria azienda.

Nel 2014 Oculus VR viene acquistata da Facebook e da quel momento i dispositivi per la realtà virtuale e i relativi investimenti migliorano sempre di più.

Cominciano così gli anni del boom dei visori per la realtà virtuale. Ne vengono costruiti decine di modelli, per console, pc o smartphone, costosissimi o molto economici come i *Google Cardboard* in cartone.

1.2 A che punto siamo?

Nell'immaginario comune l'oggetto che meglio incarna il concetto di realtà virtuale è il visore 3D, un dispositivo che spesso assume la forma di un casco o di una

² W. Gibson, *Neuromante*, Mondadori, Milano, 1984, p.54

maschera e che consente di sfruttare vista e udito per immergersi in una realtà parallela virtuale.

Nel 2016 i dati di IDC, la prima società mondiale di ricerche di mercato, prospettavano un futuro roseo per questi visori sia per la realtà virtuale che per la realtà aumentata. La prima dai 9,6 milioni di dispositivi distribuiti in quell'anno sarebbe passata, infatti, alla vendita di 64,8 milioni di unità nel 2020, la seconda, invece, di più difficile distribuzione, avrebbe aumentato le spedizioni di hardware da 400.000 nel 2016 a 45,6 milioni nel 2020.

A distanza di tre anni secondo gli studi condotti dalla società, attraverso il *Worldwide Quarterly Augmented and Virtual Reality Headset Tracker*, le vendite dei visori di realtà aumentata e virtuale cresceranno fino a 68,9 milioni di unità nel 2022, con un tasso di crescita annuale per i prossimi 5 anni del 52,5%. A dispetto del calo di vendite nel 2017 e dell'inizio del 2018, IDC prevede un ritorno alla crescita dovuto a nuovi player e a nuovi protagonisti.

Se da un lato si è riscontrato un calo dei dispositivi indossabili sprovvisti di schermo (quelli all'interno dei quali va alloggiato uno smartphone) e dei visori *tethered* (quelli che necessitano di un potente PC al quale collegarsi) nel 2018 ha iniziato a verificarsi un vero e proprio boom dei dispositivi *standalone* pensati per un utilizzo professionale e un uso sempre più consapevole della realtà aumentata.

“Siamo all'1% del viaggio” afferma Mark Zuckerberg presentando il nuovo Oculus, senza fili, senza necessità di un computer e con la possibilità di muoversi in libertà in tutte le direzioni.

Se quindi ciò che vediamo attorno a noi sembra presagire un futuro incerto e breve per la realtà virtuale, non è da escludere che noi sappiamo solo una parte della storia.

Oculus Quest si pone come obiettivo quello di regalare agli utenti esperienze più realistiche al pari di *Oculus Rift* e *HTC Vive*, diminuendo gli svantaggi di *Go*, ma mantenendone i vantaggi. L'ultimo recentissimo Oculus permetterà di muoversi in tutte le direzioni, funzionerà a batteria, non avrà cavi e avrà un'ergonomia quasi impareggiabile.

Un'altra storia, ad esempio, è quella della realtà aumentata. Mentre la realtà virtuale necessita di dispositivi, per quanto piccoli e confortevoli, abbastanza invasivi, la realtà aumentata sfrutta sempre più spesso il nostro stretto rapporto con lo smartphone.

Secondo uno studio di BCG³ sulla base dei dati 2017 di *Snapchat*, *Pokémon Go* e altre applicazioni AR, risulta che circa un terzo di tutti gli utenti di smartphone, utilizzino una AR almeno mensilmente.

Dal momento che questo tipo di utenti usa i loro smartphone e le loro fotocamere continuamente durante il giorno, comunicando tramite immagini e video tanto quanto attraverso il testo e la voce, si apre un metodo completamente nuovo per coinvolgere i consumatori: un approccio interattivo in cui l'inserzionista partecipa alla "conversazione" o all'attività piuttosto che a un'azienda che consegna un messaggio.

1.3 La realtà virtuale

Quello che risulta evidente è che l'intento di queste tecnologie sia di «visualizzare, manipolare e interagire con dei computer pieni di dati complessi»⁴ e nel corso del tempo i sistemi di interazione con questi dati sono diventati sempre più complessi e articolati tanto che, ai classici dispositivi di visualizzazione (*Head Mounted Display*, HMD) possono essere associati dei *weired gloves* (i successori del *DataGlove* progettato nel 1982 da Zimmerman) per impartire comandi su tastiere virtuali o "cybertute" per una simulazione completa anche delle sensazioni tattili o per avere una scansione tridimensionale del corpo dell'utente.

Possiamo quindi definire la realtà virtuale come un ambiente digitale creato da computer che simula la realtà e permette all'utente di immedesimarsi nel contesto che si propone ai suoi occhi.

Per fare ciò è necessario che i dispositivi adottati abbiano determinate caratteristiche: i visori devono avere un campo visivo di 100-110 gradi e un frame rate compreso tra un minimo di almeno 60fps ed un massimo di 120fps, un

³ C. Bona et al. "Augmented Reality: Is the Camera the Next Big Thing in Advertising?", *BCG Blog*, 3/04/18. Si veda: <https://www.bcg.com> (10/03/19)

⁴ S. Aukstakalnis, D. Blatner, S. Roth, *Miraggi elettronici*, Feltrinelli Editore, Milano, 1995

giroscopio, un accelerometro e un magnetometro per evitare una visione a scatti fastidiosa agli occhi e adattare le immagini con più precisione ai movimenti del capo. Inoltre un sistema audio multicanale offre la sensazione di suoni che provengono da ogni direzione e l'*eye tracking* consente di leggere il movimento oculare creando una sorta di profondità di campo.

Vista, udito, tatto e, talvolta, olfatto devono essere sollecitati in modo coerente e devono far provare all'utente (che nelle situazioni più comuni indosserà un HMD) la sensazione che anche nella realtà virtuale le leggi fisiche siano le stesse che conosce. Meccanismi di tracciamento di posizione, orientamento nello spazio, prospettiva, coerenza dei movimenti, senso di tridimensionalità ecc. Tutti questi elementi contribuiscono a fare in modo che ciò che l'utente vede sembri il più reale possibile e permetta una completa immersione in quel contesto.

I dispositivi per la realtà virtuale si dividono in tre categorie: *Tethered VR*, *Standalone VR* e *Smartphone VR*.

I primi sembrano essere al momento i più coinvolgenti in assoluto, ma necessitano di una connessione potente a un PC da gioco. Le più popolari cuffie Oculus e HTC fanno parte di questa categoria.



Fig. 4: Alcune tra le principali cuffie per PC

Le cuffie *Standalone* come *Pico Neo*, *Vive Focus* o *Oculus GO*, al contrario, non richiedono una connessione a un PC o a uno smartphone, ma sono totalmente autonome nella visualizzazione di contenuti.



Fig. 5: Alcune tra le principali cuffie Standalone

Infine, gli *Smartphone VR*, comprendono una gamma di dispositivi a prezzi accessibili che sono però vincolati, in termini di qualità, al tipo di smartphone a cui vengono abbinati.



Fig. 6: Alcune tra le principali cuffie per smartphone

1.4 Realtà virtuale, aumentata e mista

Sebbene spesso si tenda a generalizzare, non esiste un unico mezzo che permette un potenziamento della percezione del reale.

Le tecnologie ad oggi sviluppate si dividono, infatti, in realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR) e realtà mista (MR).

La realtà aumentata si differenzia da quella virtuale per l'immersione nell'ambiente digitale da esplorare. Non ha bisogno di visori particolari, ma di un semplice

smartphone in quanto si tratta non di un'immersione completa, ma di un arricchimento della percezione attraverso informazioni veicolate elettronicamente che non sarebbero percepibili dai cinque sensi⁵.

In questo tipo di fruizione la persona continua a vivere nella propria realtà fisica conscia di ciò che la circonda, ma acquisisce informazioni aggiuntive veicolate.

Offre quindi la possibilità di sovrapporre immagini digitali e rappresentazioni in ambienti reali attraverso la fotocamera dello smartphone e, nonostante non abbia lo stesso potere immerso di una VR risulta essere molto accattivante e intuitiva, meno impegnativa (visto che non necessita di costosi visori e potenti tecnologie) e alla portata di tutti.

Possiamo trovare primi esempi di realtà aumentata nel settore dell'aeronautica militare sotto forma sempre di *head-up display* (HUD, visore a sovrimpressione) sugli aerei da combattimento per mostrare ai piloti dati di volo. Come spesso è accaduto nella storia di queste tecnologie, dispositivi e software finanziati dall'industria militare sono poi, nel tempo, stati sviluppati anche per scopi ludici ed è infatti così che, nel 2009, viene distribuito *Layar*, un browser che consentiva, puntando la fotocamera su un edificio, monumento o luogo di interesse, di ricevere informazioni su quello che stava osservando. È questo forse il grande esordio della realtà aumentata che la porterà ad essere protagonista di grandi campagne pubblicitarie di marchi come Toyota e Lego. Nonostante non prometta nulla di eccezionale rispetto a una completa immersione nel virtuale, sembra avere un'utilità pratica maggiore per la varietà di campi di applicazione (medico, ingegneristico, pubblicitario...) e la facilità di utilizzo.

La realtà aumentata viene poi spesso associata ai *Google Glass* che hanno creato forti aspettative al momento del loro lancio nel 2013, per poi rivelarsi un vero e proprio flop.

Gli speciali occhiali progettati da Google insieme alla società italiana Luxottica assomigliavano a dei classici occhiali da vista, ma con la lente sostituita da un head-up display che permetteva tra le altre cose di fotografare ciò che si presentava di fronte a chi li utilizzava. Questo è stato uno dei motivi che hanno causato il ritiro dal mercato del modello: oltre a non esserci stata chiarezza sulle potenzialità reali di

⁵ V. Di Bari, P. Magrassi, *2015 weekend nel futuro*, Edizioni Il Sole 24 Ore, 2005.

questi occhiali, i consumatori si sono sentiti minacciati dalla possibilità di continue e insospettabili violazioni della propria privacy.

La realtà mista o realtà ibrida è, invece, un mix interattivo tra le due, la fusione di reale e virtuale per produrre nuove contaminazioni in cui reale e virtuale coesistono e interagiscono tra loro.

Dopo anni di supposizioni, progetti e sperimentazioni, nel 2017 Microsoft ha presentato di suoi progetti per integrare *HoloLens* e la realtà mista prospettando un computer oleografico indossabile che permette di sovrapporre il mondo digitale con quello reale, analogico⁶.

Pensata principalmente per il business, è l'applicazione più suggestiva di questa tecnologia perché potrebbe addirittura annullare il confine tra reale e virtuale in un contesto sempre più legato al digitale, in quel che gli studiosi chiamano società 4.0.

1.5 la quarta rivoluzione industriale

Il termine “n.0” sta a indicare l'evoluzione del web e dei passaggi che intercorrono tra un utente e un'applicazione. Secondo l'Enciclopedia on line Treccani il termine 2.0, quello attualmente più largamente diffuso anche in contesti che non hanno a che fare strettamente con la tecnologia, «indica genericamente la seconda fase di sviluppo e diffusione di Internet, caratterizzata da un forte incremento dell'interazione tra sito e utente: maggiore partecipazione dei fruitori, che spesso diventano anche autori (blog, chat, forum, wiki); più efficiente condivisione delle informazioni, (...) affermazione dei social network».

In un mondo sempre più veloce e in costante movimento siamo in pochi anni passati dalla cosiddetta società 2.0 alla 4.0, che implica tecnologie sempre più alla portata di tutti, implementazione di sistemi di intelligenza artificiale (IA), relazioni sempre più strette tra realtà fisiche e digitali, *Internet of Things* (IOT)...⁷

⁶ Redazione, “Hololens 2, la realtà mista è pronta per il business”, *Microsoft Blog*. Si veda www.microsoft.com/it-it/hololens (01/06/19)

⁷ S. Za, *Internet of things. Persone, organizzazioni e società 4.0* LUISS editore, 2018.

Molte di queste cose fecero (e fanno tuttora) porre agli studiosi domande in merito a come evolverà l'Industria e il mondo del lavoro in una società sempre più dominata dalla tecnologia.

L'industria 4.0 prende il nome proprio dall'iniziativa europea *Industry 4.0* ispirata a un progetto tedesco di Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas e Wolfgang Wahlster del 2011 che prevedeva investimenti cospicui volti alla modernizzazione del sistema produttivo tedesco. Molti paesi seguirono l'esempio della Germania e anche il Governo Italiano ha cercato di mettere in campo negli ultimi anni incentivi e investimenti per adeguarsi a questi cambiamenti profondi che hanno preso il nome di quarta rivoluzione industriale.

Secondo uno studio del *Boston Consulting Group*⁸ nove tecnologie specifiche saranno alla base di questa rivoluzione:

- *Advanced manufacturing solutions*: sistemi di produzione tecnologicamente avanzati, interconnessi e modulari, pertanto molto flessibili e performanti. Tra i principali sistemi troviamo la robotica con i robot collaborativi.
- *Additive manufacturing*: sistemi di produzione che aumentano l'efficienza di utilizzo dei materiali, come stampanti 3D connesse a software di sviluppo digitali.
- *Augmented Reality*: utilizzo di sistemi di visione a realtà aumentata a supporto dei processi produttivi.
- *Simulation*: simulazione tra macchine intelligenti e interconnesse per aumentare la produttività e ottimizzare i processi.
- *Horizontal and vertical integration*: integrazione di informazioni e dati tra tutte le aree della filiera produttiva, dal fornitore al consumatore finale.
- *Industrial internet*: comunicazione multidirezionale tra gli elementi della produzione, sia all'interno che all'esterno dell'azienda, attraverso l'uso di internet.
- *Cloud*: diffusione e implementazione di soluzioni di cloud computing e di gestione dei dati su sistemi aperti
- *Cyber-security*: nuove norme di sicurezza per proteggere i dati, sempre più esposti al rischio di compromissioni per le numerose interconnessioni interne ed esterne

⁸ Redazione, "Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth", *BCG Blog*. Si veda www.bcg.com (18/04/19)

- *Big Data analytics*: analisi di grandi quantità di dati per ottimizzare i processi di produzione

Al fine della nostra analisi, notiamo che uno dei punti è proprio l'utilizzo sempre maggiore e più efficiente di sistemi di realtà aumentata per fornire ai lavoratori informazioni in tempo reale sempre più realistiche e mirate e migliorare il processo decisionale sui luoghi di lavoro.

In un futuro sempre più prossimo, dove, come abbiamo visto, il virtuale sarà una delle tecnologie essenziali anche nel mondo dell'industria, è impensabile non immaginare che possa contaminare anche la società intera.

Nello specifico, nell'ambito di questo progetto di tesi, analizzeremo come venga attualmente impiegato nel campo della comunicazione, e più nel dettaglio, della comunicazione della scienza.

Ma è importante considerare il fatto che le evoluzioni e i cambiamenti che interessano la società sono sempre più veloci. In Giappone, sul modello tedesco dell'industria 4.0, si sta pensando a una società 5.0, una società super intelligente investita a 360° dalla digitalizzazione che mira a risolvere attraverso il digitale le più grandi minacce del Paese: le calamità naturali, l'inquinamento, la sanità pubblica in uno stato che si trova ad avere il 26,3% della popolazione di età superiore ai 65 anni.

CAPITOLO SECONDO

UN MEZZO VERSATILE: RICERCA SCIENTIFICA, SIMULAZIONI, ADDESTRAMENTO E COMUNICAZIONE

2.1 Un mezzo

Realtà virtuale o aumentata sono state, fin dall'inizio, un mezzo per veicolare dei contenuti potenzialmente molto vari e diversi tra loro, eppure c'è sempre stata la tendenza ad associare a queste tecnologie un carattere prettamente ludico.

Negli anni sessanta avevano già cominciato a incuriosire i suoi potenziali usi di addestramento in ambito medico e militare e dopo i primi anni di sperimentazioni e miglioramento delle tecniche, si è cominciato effettivamente a notare come i campi di applicazione potessero essere molti di più.

Se l'industria del gaming detiene da anni il primato per la realtà virtuale, quella aumentata si stima che nei prossimi 5 anni destinerà l'80% delle sue forniture al mercato commerciale⁹.

Ma, come abbiamo detto, i dispositivi per la realtà virtuale o aumentata sono solo un mezzo, declinabile in tutte le sfaccettature di contenuti possibili. Grazie a questa sua versatilità gli ambiti di utilizzo sono davvero molti: dalle simulazioni spaziali a quelle in sala operatoria, dalla ricostruzione digitale di monumenti antichi alla

⁹ F. Addis, "Lavoratori Super Efficienti nell'Industria 4.0 grazie alla Realtà Aumentata", *200 Academy Blog*, 08/03/18. Si veda www.blog.22crowd.com (01/06/19)

testimonianza diretta di fatti di attualità, dai viaggi virtuali in luoghi esotici alla possibilità di identificare immediatamente un pacco all'interno di un magazzino.

Nella società 4.0 di un futuro nemmeno troppo lontano e fantascientifico, l'utilizzo della realtà virtuale (e aumentata) potrebbe essere all'ordine del giorno in diversi settori. Di seguito, proprio per dare prova dell'estrema versatilità di questo mezzo, viene presentato un breve excursus su alcune applicazioni contemporanee di questa tecnologia escludendo gli usi sviluppati nell'industria dell'intrattenimento e del gaming. Questa scelta si basa su due motivazioni principali: la prima riguarda la tipologia degli investimenti e il potere dei privati nella creazione della domanda di mercato, la seconda è la mancanza, nella maggior parte dei casi, del ruolo sociale della realtà virtuale in questi contesti, dove per ruolo sociale viene inteso l'uso della tecnologia in questioni per fini altruistici o di interesse pubblico.

Non a caso viene poi lasciato per ultimo l'utilizzo della realtà virtuale nell'ambito della comunicazione per poter approfondire gli studi fatti in merito alle caratteristiche per cui essa viene considerata uno strumento narrativo su cui investire.

Questo ci permetterà, in un certo senso, di testimoniare come anche nella comunicazione della scienza gli strumenti immersivi possano giocare un ruolo fondamentale per appassionare nuovi pubblici, dare testimonianze dirette di scoperte scientifiche importanti e stimolare le persone ad approcciarsi in un modo più smart alla scienza.

Sono due gli ambiti in cui la realtà virtuale ha preso maggiormente piede: il primo consiste nella simulazione di esperienze reali e comprende tutte le forme di addestramento virtuale, da quello dei piloti a quello medico, passando attraverso le esercitazioni spaziali e le simulazioni in laboratorio, il secondo, invece consiste nella simulazione sostitutiva e comprende le applicazioni più ludiche che creano un vero e proprio spazio sostitutivo alla realtà.

2.2 Nuovi modelli e nuove terapie in campo medico e psicologico

La medicina non è una scienza esatta, vive di prove ed errori, di teorie e confutazioni, ma anche di esperienze dirette e soggettività. Per questo molte terapie

sono create ad hoc per la singola persona e per questo si cerca sempre di trovare il modo più “umano” possibile di curare un paziente.

A questo scopo gli investimenti fatti sulla realtà virtuale in campo medico si sono focalizzati molto sull'apprendimento attraverso la simulazione, soprattutto in ambito chirurgico, sulla riabilitazione motoria e cognitiva e la terapia di disturbi psichici.

Chirurgia 3D

Se già più di dieci anni fa era possibile utilizzare modelli in AR per operare con maggiore precisione zone difficili da raggiungere o molto delicate, oggi le tecnologie che abbiamo a disposizione permettono di simulare completamente un intervento tutte le volte che vogliamo.

L' IRCAD (*Istitut de Recherche Contre le Cancers de l'Appareil Digestif*) di Strasburgo, nella sezione *Computer sciences* afferma quanto possano essere migliorati gli interventi chirurgici se fossero assistiti da un computer e avessero la possibilità di essere “testati” prima.

Nello specifico le fasi che propone sono:

- Modellazione 3D dei pazienti
- Utilizzo di questi modelli in un software di pianificazione e simulazione chirurgica
- Sovrapposizione intraoperatoria di dati preparatori
- Robotizzazione della procedure chirurgica

Non è l'unico centro, tuttavia, che si occupa di questa declinazione di AR e VR.

Uno dei pionieri di queste applicazioni è Shafi Ahmed, il quale, nel 2016, ha reso possibile la riproduzione di un intervento al colon grazie alla realtà virtuale.

Ahmed è co-fondatore della piattaforma *Medical Realities*, creata nel 2015 insieme a Steve Dann, che si impegna a offrire a studenti, medici o infermieri un training virtuale. Grazie alla realtà virtuale, gli aspiranti chirurghi potranno essere presenti a ogni passaggio dell'operazione senza «allungare il collo per ore solo per cogliere un vago assaggio dell'azione sulla spalla del chirurgo»¹⁰.

¹⁰ G. Volpicelli, “What’s next for VR surgery?”, *Wired*, 14/04/16. Si veda www.wired.co.uk (31/05/19)

Inoltre, l'impegno di Ahmed è quello di portare l'insegnamento della chirurgia in paesi a basso reddito, dove la necessità di elevate specializzazioni trova numerosi ostacoli nella ricerca di fondi per realizzarle.

Attualmente *Medical Realities* sta lavorando a un software che permetterà al chirurgo di insegnare da remoto in zone come Gaza ed addestrare persone in tutto il mondo.



Fig. 7: Shafi Ahmed

Una riabilitazione reale attraverso strumenti virtuali

Viene considerata una “cyberterapia”, ma gli effetti che ha sui pazienti sono reali e osservabili. Viene utilizzata principalmente per affrontare problemi motori come tecnica riabilitativa e disturbi da stress legati a determinati traumi.

L'Istituto Auxologico Italiano si occupa da ormai qualche anno di Telepresenza Immersiva Virtuale (TIV) «per supportare il recupero funzionale delle abilità nei pazienti affetti da disturbi cognitivi nelle fasi iniziali, disturbi motori quali ictus o malattia di Parkinson, disturbi psicologici come ansia, fobie o stress».¹¹

¹¹ Redazione, “*Riabilitazione con telepresenza immersiva virtuale*”. Istituto auxologico Italiano Blog. Si veda: <https://www.auxologico.it> (01/06/19)

Attraverso programmi e applicazioni virtuali, la terapia cerca di promuovere l'utilizzo di funzionalità compromesse, siano esse fisiche o cognitive, all'interno di un locale totalmente immersivo, chiamato *Cave*.

All'interno di *Cave* vengono riprodotte attraverso schermi, impianti audio e particolari sensori, ambienti virtuali con il quale il paziente può interagire in completa autonomia a seconda della tipologia di disturbo che presenta.



Fig. 8: Studenti del *Electronic Visualization Laboratory* con una delle prime versioni di *Cave* (1999)

L'Istituto San'Anna di Pisa è da anni impegnato nello studio della realtà virtuale a scopo terapeutico. Di recente, grazie a una collaborazione con l'*Ecole polytechnique fédérale de Lausanne* (EPFL), è stato pubblicato un articolo sulla rivista *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* per spiegare i passi in avanti fatti dai due team in merito alla protesica. In particolare lo studio ha dimostrato come «attraverso la combinazione di sensazioni tattili artificiali e realtà virtuale, il cervello umano sia in grado di sentire la protesi di mano come se appartenesse al proprio corpo»¹².

La Sant'Anna annovera al suo interno molti esempi virtuosi di ricerche fatte in questo particolare campo e, grazie anche agli spinoff nati dai suoi ricercatori

¹² Redazione, "Protesi robotiche e realtà virtuale: dalla collaborazione tra EPFL e Istituto di biorobotica della scuola Sant'Anna lo studio che permette al cervello umano di percepire come propria la mano artificiale", *Sant'Anna Magazine*, 23/07/18. Si veda www.santannapisa.it (21/05/19)

continua a collezionare successi. Uno di questi è *Kiber*, un casco smart che supporta i lavoratori nelle operazioni a distanza progettato da VR media Srl.

Dispositivi di questo calibro miglioreranno l'efficienza e la sicurezza nei luoghi di lavoro fornendo istruzioni, modelli tridimensionali e animazioni agli operatori soprattutto in situazioni industriali come cave di costruzione, raffinerie, impianti, centrali elettriche e aree potenzialmente rischiose.

Il virtuale in sostegno dei disturbi psichiatrici e neurologici

Da circa un ventennio, le tecnologie virtuali hanno contaminato anche il campo della psichiatria. Questo accade, però, in centri all'avanguardia e di nicchia perché nella maggior parte dei casi, la mancanza di infrastrutture e di personale adeguatamente formato limita l'accesso alla realtà virtuale a scopo terapeutico.

Un esempio ci viene dato da Albert Rizzo dell'*Institute for Creative Technology* dell'Università della California del Sud e dai suoi studi sul disturbo post traumatico da stress nei soldati veterani.

È noto che negli USA il problema della reintegrazione dei veterani nella società è molto sentito e il progetto ha, infatti, goduto di notevoli finanziamenti. La letteratura scientifica emersa dagli studi di Rizzo ha dimostrato che l'uso della realtà virtuale in questi contesti potrebbe essere applicata per un gran numero di patologie e contribuire alla riabilitazione del paziente.

Per esempio, nel 2017, il *New York Times* ha citato gli studi in merito all'uso della realtà virtuale nelle terapie riabilitative condotti da Dawn Jewell, uno psicologo del Colorado, che ha trattato un paziente affetto da ansia acuta post traumatica in seguito a un incidente stradale.

Jewell e il suo team ha utilizzato un sistema fornito da *Limbix* che offre questo tipo di terapia attraverso *Daydream View*, l'auricolare Google che funziona associato a uno smartphone. In questo modo il paziente non solo viene riportato virtualmente sul luogo, in questo caso, dell'incidente, ma viene assistito e accompagnato anche vocalmente.

In Italia un'iniziativa simile è nata nel 2018 grazie al progetto *Become - Research anche Psychology Hub* che si propone di trattare i pazienti attraverso il metodo della "psicologia aumentata". Questo approccio integra la realtà virtuale nella psicologia attraverso narrazioni ed esperienze immersivi dall'alto contenuto metaforico e

simbolico che possono facilitare il processo di recupero. Nelle 500 somministrazioni avvenute durante le ricerche fatte in precedenza e nei più di 100 casi studio osservati sono emerse le potenzialità di un approccio nuovo alla psicologia e al recupero del benessere psicologico dei pazienti.

Si potrebbero citare molti altri esempi dell'utilizzo terapeutico della realtà virtuale, ma uno dei più recenti risale a quest'anno, il 2019, e riguarda un approccio virtuale all'autismo infantile. Viene chiamato *Realtà X*, si trova a Milano e consiste in un ambiente dove realtà aumentata, virtuale e mista coesistono offrendo la possibilità a bambini e adolescenti con disturbi cognitivi o dello spettro autistico di incrementare le loro competenze sociali in uno spazio che si distanzia da quello reale senza escluderlo del tutto. In questi luoghi infatti il bambino può giocare ed esprimersi come più preferisce e la stanza in cui si trova cambia aspetto e funzionalità in base alle sue scelte grazie alle tecnologie virtuali.

Questo tipo di ricerca è iniziata negli anni novanta grazie a Dorothy Strickland, ma solo oggi si è riuscito a risolvere il problema della totale astrazione che l'uso esclusivo della realtà virtuale comportava unendo il reale al virtuale in questa che viene definita "stanza magica"¹³.

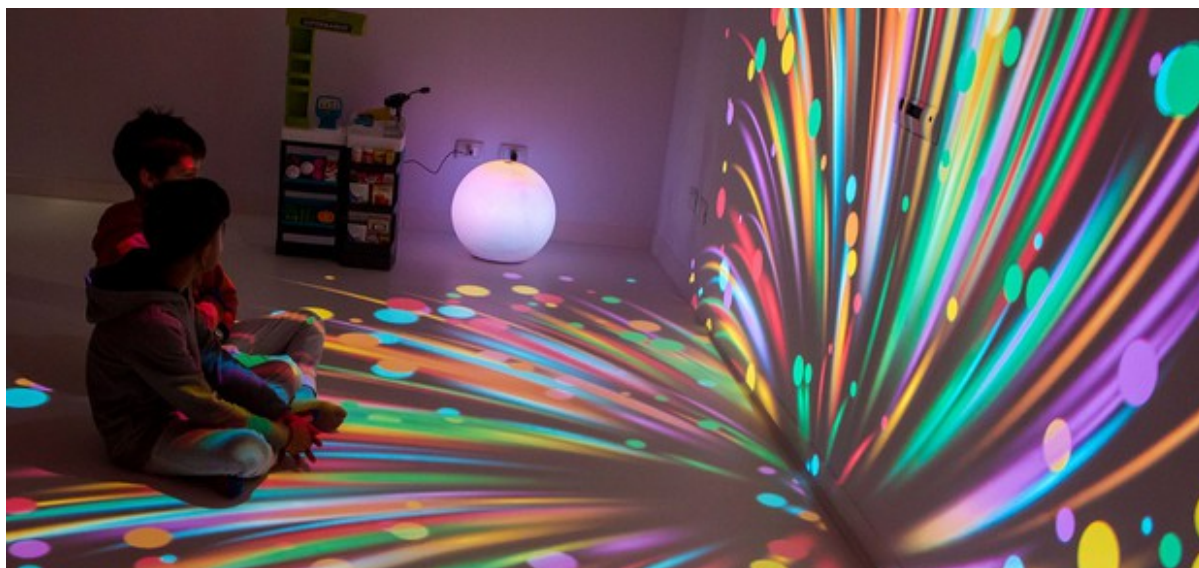


Fig. 9: Stimolazione multisensoriale nella "Stanza magica" con bambini con disabilità intellettive

¹³ S. Hejazi, "Cos'è la realtà X, un modo per trattare l'autismo", *Wired*, 02/04/19. Si veda www.wired.it (25/05/19)

2.3 La corsa allo spazio è ancora una “corsa”?

Si dice che molte tecnologie che oggi sono di uso comune vengano da studi e finanziamenti fatti al settore militare e aerospaziale. Anche in questo caso alcuni degli enti che hanno creduto nel potenziale della realtà virtuale sono state le Agenzie Spaziali.

Nel 2017, la NASA ha addestrato numerosi astronauti con un sistema di realtà virtuale a gravità zero. Grazie a collaborazioni con l'azienda *Unreal Engine*, *Oculus*, *HTC* ed *Epic Games* è riuscita a rendere le simulazioni il più precise possibile.

Dall'esperienza con *Oculus*, ad esempio, è nata *Mission: ISS* che simula la vita sulla Stazione Spaziale Internazionale sulla quale gli astronauti devono destreggiarsi negli ordinari problemi delle missioni spaziali.

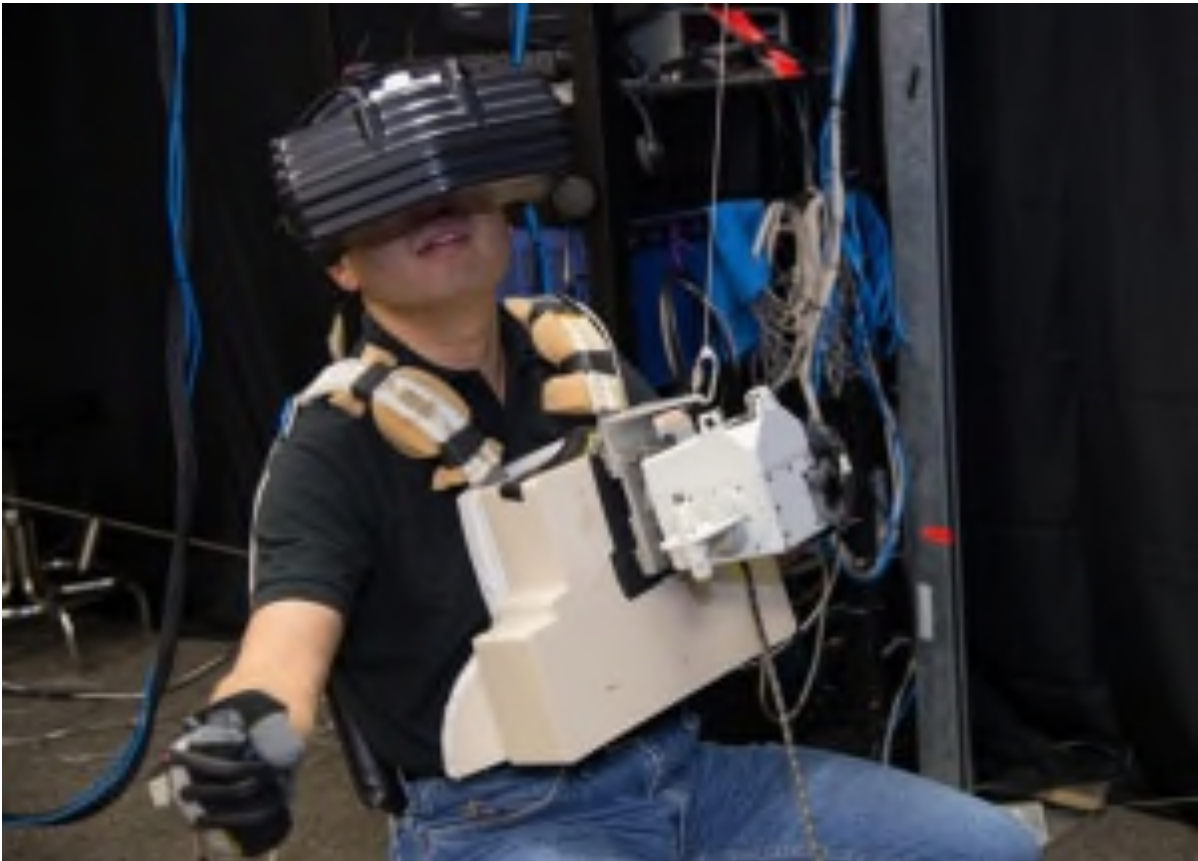


Fig. 10: L'astronauta Koichi Wakata impegnato in una passeggiata spaziale (EVA, attività extra veicolare) in realtà virtuale

Per allenarsi in condizioni il più possibile simili a quelle dello spazio anche l'astronauta Italiano Luca Parmitano si sta addestrando nel *Virtual Reality Laboratory* del *Johnson Space Center* della Nasa con lo scopo di riuscire a ragionare lucidamente in situazioni molto stressanti. La sua prossima missione, *Beyond*, partirà infatti nel luglio 2019 e lo vedrà al comando della Stazione Spaziale.

2.4 Laboratori fisici vs laboratori virtuali

Dalle terapie ai viaggi spaziali, la realtà virtuale passa anche attraverso i microscopi. La possibilità di manipolare, spostare, ingrandire, osservare da più angolazioni un qualsiasi "oggetto" non essendo più vincolati dalle sole due dimensioni di un microscopio, permette di fare analisi più precise e approfondite. Durante l'*Annual Meeting of the American Association for Cancer Research (AACR)*, Google ha presentato un sistema per avere una rappresentazione digitale di un tessuto microscopico attraverso un microscopio a realtà aumentata (ARM) che riuscirebbe ad avere un livello di precisione ed accuratezza sorprendenti e consentirebbe l'analisi di immagini e la presentazione di risultati (mediante algoritmi di machine learning) direttamente nel campo visivo.

In questo caso Google si è impegnato a configurare il microscopio su due differenti algoritmi di rilevamento del cancro al seno e alla prostata e i risultati ottenuti fanno sperare che con il miglioramento di questa tecnologia sarà più facile e veloce diagnosticare questi tipi di tumori, ma non solo.

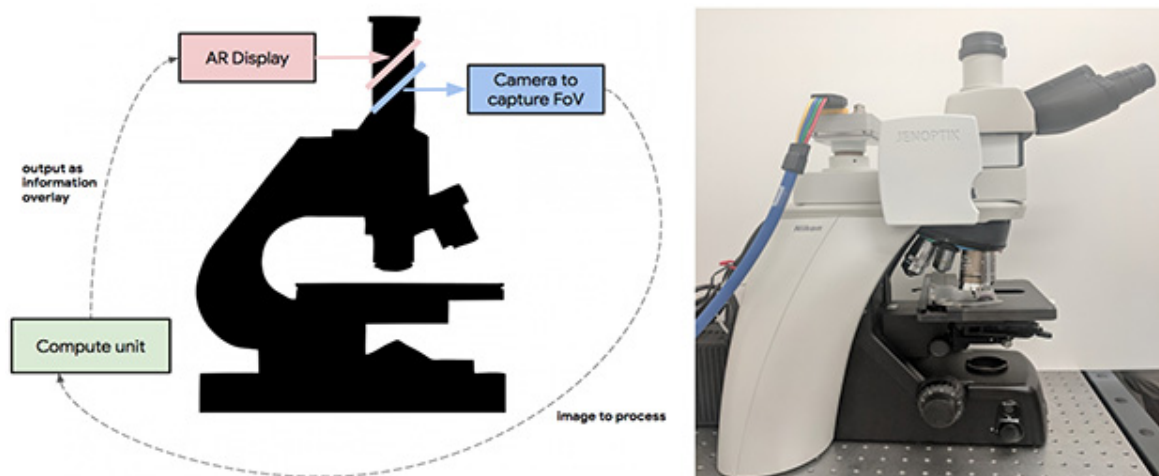


Fig. 11: Microscopio ARM progettato da Google

Secondo gli studi condotti il potenziale di questa tecnologia spazierebbe anche nella diagnosi di malattie infettive come la tubercolosi e la malaria nei paesi in via di sviluppo e in settori non inerenti alla patologia, come la ricerca riguardante le scienze della vita e le scienze dei materiali.

In questo campo sono state fatte numerose ricerche.

Una di queste è rappresentata da *Nanomanipulator*. Elaborato nel 1992 dall'Università del Nord Carolina e della California consiste in un microscopio STM interfacciato con un casco e un sistema di comandi per la manipolazione remota. Consente al ricercatore di osservare in tre dimensioni superfici nell'ordine del miliardesimo di metro permettendogli di manipolarle, ingrandirle, spostarle ecc.

Arvis, una società tedesca che si occupa di realtà virtuale nel mondo delle scienze della vita, ha sviluppato *InViewR*, un software che visualizza dati di immagini reali in realtà virtuale utilizzando tecniche di rendering. Uno strumento simile è *Confolcar VR*, sviluppato dal *Benaroya Research Institute* di Seattle che utilizza la realtà virtuale per visualizzare le immagini dai microscopi confocali, o *ChimeraX* che permette la visualizzazione molecolare di proteine e strutture complesse.

Questi software permettono di interagire in prima persona con ciò che si visualizza, spostandolo, toccandolo, e rimodellandolo, facilitando la visualizzazione rispetto a una semplice immagine 2D.

In questo campo, anche una più semplice visualizzazione aumentata rende il processo di studio e analisi delle immagini più semplice, ma non ha il potere immersivo e di interazione che permette la realtà virtuale. In poche parole quando lo scienziato sposterà lo sguardo in un punto che non sia il centro della propria visione, l'immagine sparirà, cosa che non succederebbe con un visore VR.

Nel 2018 solo una minima parte dei laboratori e centri di ricerca utilizzavano una tecnologia virtuale eppure continuano gli studi a sostegno di questa tecnologia.¹⁴

¹⁴ D. Matthews, *Virtual-reality applications give science a new dimension*, «Nature», (30/04/18). Si veda: www.nature.com (27/04/19)

2.5 Esercitazioni militari

In ambito militare, come in quello spaziale o aeronautico, la realtà virtuale o aumentata viene utilizzata soprattutto per le esercitazioni sul campo, si fa per dire, di battaglia.

Mentre di solito un'esercitazione militare prevede l'impiego di parecchie risorse, esplora tecniche di combattimento e strategie, verifica l'efficienza di armi e mezzi, l'utilizzo della realtà virtuale durante le esercitazioni permette di riprodurre scenari pressoché infiniti e di non correre rischi fisici, di ridurre i costi delle simulazioni e degli addestramenti consentendo comunque ai soldati un'efficace preparazione.

Oltre alla totale immersione in scenari virtuali, è frequente l'utilizzo di realtà aumentata sotto forma di *Head up Display*, un visore a sovrimpressione per la visualizzazione in tempo reale di dati.

La tradizione delle esercitazioni virtuali risale agli anni '80 grazie all'utilizzo di esperienze videoludiche simili a videogiochi e, infatti, non è inusuale anche oggi assistere a collaborazioni tra forze armate e famose case produttrici di videogiochi per la produzione di simulatori di armi, aerei o carri armati sempre più realistici ed efficienti.



Fig 12: Addestramento dell'esercito degli Stati Uniti con visori VR

Un'azienda coreana chiamata *DoDAAm* ha prodotto interessanti esperienze mirate all'addestramento dei soldati, alcune delle quali riguardanti il paracadutismo.

Il soldato viene legato a un imbrago con applicati dei sensori e, indossando un visore, si immedesima nel lancio con la possibilità di dirigere i propri movimenti.

Negli Stati Uniti, i Marines, hanno dal 2014, adottato un training in realtà aumentata per l'addestramento all'interno del corso per ufficiali di fanteria. I visori, sviluppati dall'ONR, l'ufficio di ricerca navale, permettono di sovrapporre al mondo fisico immagini virtuali per ricreare scenari, situazioni e simulazioni.

A distanza di cinque anni si può affermare che questo metodo di addestramento non è stato superato, ma, al contrario, ampliato e reso sempre più all'avanguardia.

Il generale dell'esercito americano James C. McConville ha descritto i sistemi integrati adottati per i suoi soldati come una tecnologia rivoluzionaria e spera di poter arrivare ad utilizzare la realtà aumentata dei dispositivi IVAS sviluppati con Microsoft non solo in allenamento, ma sul campo di battaglia entro il 2021¹⁵.

IVAS (*Integrated Visual Augmentation System*) è una tecnologia che vale un contratto da 480 milioni di dollari tra Microsoft e l'esercito americano, è ancora a uno stadio iniziale di sviluppo ma sarebbe in grado di mappare la posizione dei propri compagni, fornire informazioni dettagliate sulle proprie risorse e su quelle dei nemici, aiutare i soldati a prendere decisioni sulle azioni da intraprendere.

2.6 Musei e patrimonio artistico

La realtà virtuale, ma soprattutto la realtà aumentata, rappresenta uno strumento molto valido per la valorizzazione del patrimonio artistico e culturale.

In Inghilterra già da qualche anno si sta puntando su un approccio innovativo che integri la fruizione tradizionale del museo con le nuove tecnologie, in particolare quelle virtuali.

Nel 2015 il Samsung Digital Discovery Center (SDDC) del British Museum ha tenuto un weekend dedicato alla realtà virtuale all'interno della Great Court del museo utilizzando cuffie Samsung Gear VR e tablet Samsung Galaxy. Lo scopo del programma era quello di incoraggiare il pubblico ad interagire ed esplorare

¹⁵ M. Moss, "Army Tests New Integrated Visual Augmentation System", *Overtdefense*, 20/05/19. Si veda <https://www.overtdefense.com/> (23/05/19)

autonomamente i reperti del museo costruendo un modello di apprendimento e di fruizione dei contenuti multidisciplinare e partecipato.

Il *Virtual Reality Weekend* ha dimostrato attraverso un questionario di valutazione come gli utenti si fossero divertiti e abbiano trovato l'esperienza molto interessante, ma allo stesso tempo abbiano appreso informazioni e imparato qualcosa di nuovo. Ancora oggi il SDDC ha al suo interno una serie di attività rivolte alle famiglie e alle scolaresche che integrano le nuove tecnologie digitali con la visita fisica del museo. Questo viene reso possibile soprattutto non dalla realtà virtuale, ma da quella aumentata, facilmente utilizzabile con un semplice smartphone e che, soprattutto, permette di mantenere il carattere sociale di una visita in famiglia o insieme ai propri compagni di classe.

Quando si definisce un museo "virtuale" non si intende la possibilità di effettuare visite online spostandosi con il mouse nelle varie sale espositive, ma il connubio tra digitale e fisico che aumenta e diversifica l'esperienza del visitatore.

Un esempio tutto italiano è rappresentato dall'*Ara Pacis* di Roma che, dal 2016, riesce a raccontare la storia di Roma e della famiglia di Augusto grazie a una combinazione di realtà virtuale e aumentata, immagini e video girati dal vivo, ricostruzioni 3D, personaggi animati in computer grafica...

Il progetto, denominato *L'Ara com'era*, è il risultato di uno studio sperimentale durato ben dieci anni e realizzato dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali che ha portato a una ricostruzione ipotetica, ma presumibilmente fedele all'originale.

Gli elementi virtuali si fondono con quelli reali nel campo visivo dei visitatori permettendo una fruizione completa e immersiva, più coinvolgente e arricchente rispetto a una semplice spiegazione.

Nelle due foto a confronto, infatti, si può notare come reale e virtuale coesistano sullo stesso piano, arricchendo la visita senza comunque sovraccaricarla di input esterni.



Fig. 13: Ara Pacis Augustae

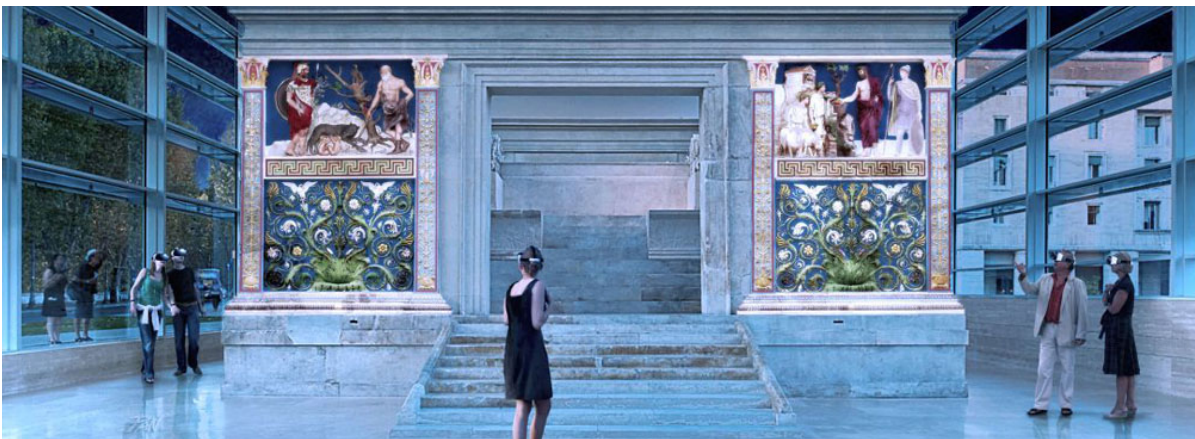


Fig. 14: Immagine di come appare l'Ara Pacis con visori VR

Restando in Italia, il museo M9 di Mestre, incarna a pieno il concetto di museo digitale proponendo uno spazio dove quasi tutto è multimediale.

La Fondazione di Venezia, ha, infatti, voluto creare un museo del '900 che guardasse al passato puntando al futuro e per farlo ha pensato che ogni oggetto presente all'interno dei padiglioni fosse presente solo grazie a tecnologie virtuali, 3D, schermi e monitor interattivi, ologrammi ecc.

Il primo museo totalmente digitale in Italia non si è certo accontentato. Su una superficie di 2610 metri quadri divisa in sette corpi di fabbrica e due piani più un terzo piano dedicato alle mostre temporanee di altri 1400 metri quadri, un auditorium che funge anche da cinema con 200 posti a sedere e svariati metri quadri dedicati ai servizi come parcheggi e depositi. Vi hanno collaborato esperti

oltre quaranta esperti tra sociologi, storici, politologi ed economisti, curatori, ricercatori, accademici e tecnici e nei primi mesi di apertura (il museo è stato inaugurato nel 2018) i questionari di valutazione hanno riportato un parere molto positivo da parte anche dei visitatori più anziani rispetto all'uso del digitale per raccontare uno dei secoli più controversi e significativi del nostro Paese.

A cavallo tra storia e paesaggio, il Museo del Monte San Michele rappresenta un ulteriore esempio di utilizzo consapevole e preciso della realtà immersiva. Il museo permette di rivivere gli eventi della Prima Guerra Mondiale sul Monte San Michele attraverso mappe, ricostruzioni e sale dedicate a storie di soldati, vere e proprie esperienze di spedizioni, ritirate, vita in trincea ecc.

Integrare una visita tradizionale a postazioni di realtà aumentata rende l'itinerario ancora più interessante e suggestivo, permette di confrontare le ambientazioni di ieri e di oggi e di immedesimarsi in una situazione che ad oggi, per fortuna, risulta per molti surreale.

2.7 Turismo e luoghi esotici

La realtà virtuale ci porta non solo in luoghi lontani nel tempo, ma anche verso mete lontane nello spazio. Nel 2015 l'ente per il turismo e le agenzie UM London, *Visualize*, *Something Else* e *Tribe* hanno lanciato una campagna di comunicazione nei bar londinesi per promuovere il Sud Africa attraverso esperienze con *Oculus Rift* e il suono binaurale (suoni che vengono ascoltati separatamente attraverso gli auricolari). Questo esperimento con il chiaro scopo di catturare l'attenzione e creare meraviglia e desiderio di conoscere di più rispetto a quei luoghi, ha puntato tutto su animali, suoni, paesaggi incontaminati e il fascino di ciò che non è familiare.

Sono molte le campagne di comunicazione che utilizzano queste tecnologie per destare interesse e promuove vacanze e viaggi spettacolari, ma si stima che la realtà virtuale possa addirittura stravolgere l'idea tradizionale del viaggio puntando sempre di più sul suo utilizzo nel momento della scelta della destinazione e della pianificazione del viaggio.

Nel 2016 Thomas Cook, uno dei maggiori tour operator europei, ha cercato di attirare clienti nelle sue agenzie di viaggio offrendo loro la possibilità di pianificare e “testare” il proprio viaggio con le cuffie *Samsung Gear VR*.

Questo espediente ha generato un aumento di voli e prenotazioni inaspettato e un ritorno sull’investimento del 40%. Ha aumentato del 190% le visite a New York in soli tre mesi dimostrando come la meraviglia sia ancora uno degli aspetti fondamentali che chi viaggia vuole ricercare e avere la certezza di sperimentare.

In futuro questi tour virtuali potranno verosimilmente sopperire alla impossibilità di visitare alcuni luoghi nella vita reale come, ad esempio, siti archeologici, riserve naturali impossibili da raggiungere perché protette o troppo rovinate dall’incuria dell’uomo e dall’inquinamento.

Potranno inoltre dare spazio a persone con disabilità o anziani di usare la realtà virtuale per compiere un viaggio per loro troppo difficoltoso o addirittura inaccessibile.

2.8 *Newsgame e giornalismo*

In un’analisi precedentemente condotta¹⁶ sull’utilizzo della realtà virtuale nell’ambito delle cause sociali e delle emergenze umanitarie è emerso come il campo giornalistico sia un ottimo terreno su cui sperimentare, se non fosse per il fatto che la fruizione di notizie attraverso sistemi virtuali sia estremamente complessa da portare al grande pubblico.

Il giornalismo immersivo consente al pubblico di entrare in uno scenario virtuale per rivivere in prima persona esperienze reali, realmente accadute o verosimili.

Si distingue dal *Newsgame* perché quest’ultimo risulta essere più efficace nel riprodurre il contesto in cui si svolgono gli eventi e non i dettagli degli eventi stessi. Tende, infatti, ad applicare principi giornalistici a strutture non lineari in cui il giocatore può scegliere e compiere azioni non coerenti con i fatti storici avvenuti.

¹⁶ S. Girardi, “Empatia 3.0: realtà virtuale e promozione di cause sociali. Il caso Chris Milk”, Verona, 2017. Si veda www.iusve.it (1/03/19)

Mentre appunto il filone del Newsgame si occupa di fatti verosimili, il giornalismo immersivo si occupa di fatti realmente accaduti e cerca di riproporli nella chiave più suggestiva possibile.

Anche il campo del giornalismo è stato irradiato dalla «convergenza» teorizzata da Nicholas Negroponte. In una delle sue cinque leggi, egli afferma che la convergenza stia alla base della multimedialità ed elimini la distinzione tra mezzi di comunicazione. Per quanto possa sembrare un concetto astratto, potremmo definire la convergenza come un'ibridazione, come un modello culturale «dove vecchi e nuovi media collidono, dove i grandi media e i media grassroots si incrociano, dove il potere dei produttori dei media e quello dei consumatori interagiscono in modi imprevedibili»¹⁷

Questa definizione data ormai più di un decennio fa da Henry Jenkins, professore presso la *University of Southern California* specializzato in comunicazione, è ciò su cui si fonda oggi la nostra società. Decidere di contaminare anche il mondo della comunicazione e dell'informazione con sperimentazioni multimediali e momenti di interazione tra chi dà l'informazione e chi la riceve fa parte di un'evoluzione sempre più partecipativa del giornalismo.

Importanti testate giornalistiche hanno dedicato un portale online a questo tipo di giornalismo che ha la sua componente partecipativa nell'uso di realtà immersive.

Di solito, la sua caratteristica principale è quella di puntare sulla sensibilità di chi guarda, proponendo temi controversi o dall'alto contenuto morale.

Sul sito del New York Times si possono trovare, consultabili tramite la app NYT VR racconti come *The Fight for Falluja* che testimonia la lotta contro l'ISIS, su quello del Guardian troviamo, tra le altre, *Songbird, a virtual moment of extinction* e non manca un esempio tutto italiano che unisce, questa volta, il gioco al racconto giornalistico. Si tratta di *Ustica*, un *serious game* per la memoria fatto in collaborazione con i parenti delle vittime di Ustica. Quest'ultimo ha lo scopo di ricreare gli eventi del volo DC9 Itavia, abbattuto nel 1980, ma propone anche al giocatore di interagire con l'ambiente e i personaggi presenti per sbloccare funzionalità più elaborate e scoprire più dettagli relativi alle vicende.

¹⁷ H. Jenkins, *Cultura convergente*, Feltrinelli, Milano 2007, pag. 285

L'idea di non ricreare solamente gli eventi, ma di lasciare qualche libertà allo spettatore è nata dal fatto che il progetto non si propone come una ricostruzione scientifica, ma come un modo per tramandare questa tragedia a chi non la conosce, soprattutto ai più giovani, nelle scuole, dove spesso non si arriva a parlare di questo fatto.

Come abbiamo visto, questa applicazione della realtà virtuale gioca molto sull'impatto emotivo che ciò che viene osservato ha sugli spettatori. Anche per questo l'ambito che più utilizza questo tipo di narrazione è quello delle ONG, che cercano di rafforzare le loro cause portando gli utenti all'interno della problematica sulla quale vogliono sensibilizzare.

Sugli stand espositivi di Medici Senza Frontiere non è raro trovare dei visori che ti portano nelle baracche del Sudan o in un ospedale appena bombardato, a quelli di *Animal Equality*, invece, è possibile provare l'esperienza di trovarsi all'interno di un allevamento intensivo.

Una dei pionieri del giornalismo immersivo è Nonny de la Peña, selezionata da *Wired* come *#MakeTechHuman Agent of Change*, è inoltre stata definita una tra le 13 persone che hanno contribuito a rendere il mondo un posto più creativo nel 2012.



Fig. 15: Hunger in Los Angeles, 2012

La De la Peña lavora con la realtà virtuale dal 2007 e ha prodotto numerosi documentari e servizi giornalistici utilizzando questo media, tra i tanti quello che forse più l'ha resa famosa è stato *Hunger in Los Angeles* una denuncia sociale oltre che una testimonianza grazie alla quale ha coinvolto gli spettatori nel problema della fame in America. Oltre che per essere stato presentato al *Sundance Film Festival* nel 2012, il pezzo è famoso per essere stato realizzato in collaborazione con l'allora stagista e tecnico di laboratorio Palmer Luckey, il quale ha costruito il prototipo del visore. Il sistema di visore e auricolare ha permesso di assistere a una scena in cui un uomo diabetico collassò mentre aspettava in fila alla banca del cibo.

Alla base di questo tipo di applicazioni ci sono gli stessi principi che fanno sì che la realtà virtuale e aumentata siano un valido strumento comunicativo anche nell'ambito della divulgazione scientifica, dal momento che la possibilità di immedesimazione permette di vivere un'esperienza che sembra reale pur non essendolo e che ha lo scopo di coinvolgere l'osservatore.

REALTÀ VIRTUALE E COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

3.1 *Empatizzare per cambiare stile di vita*

Perché tutte le applicazioni viste risultano maggiormente efficaci se caratterizzate da un forte impatto emotivo o di immedesimazione?

I mondi virtuali risultano utili soprattutto in contesti di studio e simulazioni proprio per questa loro capacità di coinvolgimento dell'utente e di immersione in uno spazio reale e immaginario allo stesso tempo. Questa caratteristica permette a chi utilizza realtà virtuali o aumentata di sperimentare in prima persona, quasi come se l'utente le stesse vivendo davvero, situazioni ad alto rischio, che comporterebbero costi elevati o che, semplicemente, sono difficili da ricreare.

Alla base di questa affermazione ci sono anni di studi da parte di scienziati, medici ed esperti di neuroscienze.

Una persona che viene coinvolta in una qualsiasi tipologia di attività presenta delle alterazioni sia fisiche che psicologiche. Il coinvolgimento influisce positivamente su diverse variabili: la percezione del tempo, lo stato d'animo e addirittura la capacità di apprendimento. La curva dell'attenzione in un contesto ad alto coinvolgimento supera, infatti, gli 8 secondi medi, individuati da Microsoft nel 2012, e ci facilita l'assimilazione di informazioni¹⁸.

¹⁸ F. Viola, V. I. Cassone, *L'arte del coinvolgimento. Emozioni e stimoli per cambiare il mondo*, Hoepli, Milano, 2017.

La teoria per cui alla visione di una situazione particolare (che ci coinvolga in un qualche modo) i nostri processi cerebrali si modificano e vengono influenzati da essa è ciò che ha spinto gli scienziati a definire il concetto di empatia.

Provare empatia nei confronti di qualcuno, di un problema o di una situazione particolare ci permetterebbe, infatti, di condividere e comprendere le emozioni altrui in maniera del tutto inconsapevole.

Il primo a studiare questo genere di emozioni fu Darwin, ma è con la scoperta dei neuroni specchio, avvenuta anche grazie a Giacomo Rizzolatti nel 1992, che conferma che l'empatia agisce a livello inconscio sul sistema nervoso centrale (SNC) e non nasce da uno sforzo intellettuale.

I neuroni specchio sarebbero infatti in grado di replicare una specifica azione motoria nel cervello di chi la sta osservando. Gli esperimenti condotti da Rizzolatti e dal suo team su alcuni macachi erano partiti dallo studio dell'attivazione dei neuroni dell'area F5 del cervello. In una prima fase i ricercatori hanno individuati i neuroni che si attivavano durante uno specifico movimento della mano. Sono arrivati poi a comprendere come l'attivazione di tali neuroni si verifici non solo quando è la scimmia stessa a compiere lo specifico movimento, ma anche quando qualcuno che lei vede lo sta compiendo. Questi risultati hanno potuto constatare come il compito fondamentale della corteccia premotoria (richiamare determinati movimenti in risposta a stimoli motori) viene eseguito anche se a compiere tali movimenti è un altro individuo.

Sostanzialmente questa nuova classe di neuroni ci mostra che quando osserviamo un'azione per il nostro cervello è come se la stessimo replicando noi stessi.¹⁹

Questi studi sono alla base della componente inconscia dell'empatia e del motivo per cui ci è più facile, alla vista di una particolare espressione sul viso di un'altra persona, immedesimarci nella sua situazione facendoci percepire il suo stato d'animo come se lo stessimo provando a nostra volta.

Dalla scoperta dei neuroni specchio, sono state molte le teorizzazioni neurologiche e psicologiche riguardanti questi processi cerebrali.

¹⁹ G. Rizzolatti, C. Senigaglia, *So quel che fai, il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2006, pag. 95.

Hanno ormai più di trent'anni gli studi che dimostrano il rapporto tra empatia e comportamenti altruistici nei confronti di individui o situazioni. Si è visto infatti che provare empatia non porta a compiere azioni con l'obiettivo di ottenere ricompense sociali o di evitare punizioni, ma provoca il desiderio e il bisogno di avere comportamenti altruistici diretti ad alleviare la specifica problematica osservata.

Alcuni studi fatti sull'interazione soggetto-audiovisivo hanno rilevato che anche durante la visione di un film si attivano determinate aree cerebrali responsabili dell'empatia e, in base alle sequenze di film osservate (nel caso di questo esperimento si trattava di alcune sequenze prese da *La scelta di Sophie* di Pakulan e *Nemiche amiche* di Columbus), si attivano circuiti differenti a seconda del tipo di contenuto osservato e dalla reazione dello spettatore.

Tralasciando l'osservazione diretta, tra tutti i media esistenti finora, i prodotti video sono quelli che riescono a emozionare maggiormente e a offrire maggiori feedback da parte di chi è coinvolto. I video fatti in realtà virtuale, stanno dimostrando, in modo particolare, «di avere una capacità unica di influire sui cambiamenti comportamentali»²⁰ confermando, come vedremo, lo straordinario potere del coinvolgimento.

Il *Virtual Human Interaction Lab* (VHIL) della *Stanford University* diretto da Jeremy Bailenson studia la psicologia che sta dietro alla realtà virtuale e come questa tecnologia immersiva possa portare a dei cambiamenti della percezione di sé e del mondo. Il laboratorio è molto attivo su questo fronte e già nel 2013 aveva pubblicato degli studi che dimostravano come vivere una determinata situazione in prima persona attraverso la realtà virtuale possa attivare dei processi empatici tali da influenzare i nostri comportamenti e le nostre azioni concrete.

Le prime sperimentazioni effettuate con *Immersive virtual environment technology* (IVET) riguardavano il tema del daltonismo. Un primo gruppo di partecipanti è stato messo nelle condizioni di vivere l'esperienza di una persona daltonica, mentre a un secondo gruppo sono state fornite delle informazioni perché immaginasse di esserlo, facendogli però provare un'esperienza con l'IVET in un mondo normalmente colorato.

²⁰ Redazione, "Art and Empathy - The virtual reality of social change", *Adobe Blog*, 05/01/17. Si veda www.theblog.adobe.com (10/04/19)

Chi aveva potuto vedere come una persona daltonica era più portato a provare preoccupazione per persone affette da questo disturbo anche attraverso gesti concreti di aiuto e supporto²¹.

3.2 Gli Studi di Bailenson e del Virtual Human Interaction Lab

Dopo cinque anni, un articolo pubblicato su Plos One nel 2018²² dal dipartimento di comunicazione della Stanford University sembra riconfermare questa posizione.

I ricercatori, tra i quali figura ancora il nome di Jeremy Bailenson, hanno somministrato a più di 500 volontari tra i 15 e gli 88 anni un'esperienza immersiva chiamata *Becoming Homeless* puntando ad analizzare due aspetti: il primo consisteva nel confrontare gli effetti a breve e lungo termine su soggetti a cui erano state fornite informazioni attraverso testi scritti o video e su soggetti a cui era stato mostrato un video in realtà virtuale. Il secondo, invece, prevedeva di dividere i partecipanti in due gruppi e far provare solo a uno dei due l'esperienza immersiva dal punto di vista del senza tetto.

Il primo esperimento ha fornito risultati già riscontrati negli anni precedenti, confermando che la realtà virtuale può diventare lo strumento più efficace quando si tratta di sensibilizzare su una determinata problematica facendo leva su sentimenti e emozioni provate in prima persona.

Il secondo ha dimostrato come i soggetti ai quali era stata fatta provare l'esperienza di diventare un senza tetto hanno avuto un riscontro più positivo sul lungo periodo, e azioni concrete più durature.

Uno dei temi più trattati da Bailenson e dal suo team è quello del rispetto per l'ambiente, un filone di ricerca che applica la realtà virtuale alla responsabilità sociale. Secondo uno studio pubblicato nel 2009 su Plos One un rapporto diretto con la natura avuto durante l'infanzia influenzerebbe i comportamenti futuri del

²¹ S. J. Han et al., *The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior*, «Taylor and Francis Online» (15/02/13). Si veda www.tandfonline.com (10/04/19)

²² F. Herrera, J. Bailenson et al., *Building long-term empathy: A large-scale comparison of traditional and virtual reality perspective-taking*, «Journal PLOS» (17/10/18). Si veda www.journals.plos.org (10/04/19)

bambino rendendolo più consapevole e propenso al rispetto per l'ambiente. Nello studio, condotto negli Stati Uniti, veniva spiegato come l'indifferenza sempre maggiore nei confronti dell'ambiente era correlata a una sempre più veloce urbanizzazione e alla tendenza a minori contatti con la natura "selvaggia".

Il laboratorio di Bailenson ha cercato di eliminare questo problema creando degli ambienti virtuali in cui entrare in contatto con foreste e oceani anche senza avventurarsi troppo lontano da casa.

Nel corso di un test, i ricercatori hanno potuto osservare come i partecipanti a una simulazione in un ambiente boschivo, impegnati nell'abbattimento virtuale di un albero, abbiano poi cominciato ad avere comportamenti più responsabili nei confronti dell'ambiente e, in particolare, della carta.

Questi risultati non sono invece stati ottenuti dai partecipanti all'esperimento che non avevano provato la simulazione immersiva, ma avevano semplicemente dovuto guardare un documentario sulla deforestazione e leggere un articolo di giornale sul tema. Questo tipo di sensibilizzazione aveva avuto una durata di uno o due giorni, mentre il primo gruppo di partecipanti, anche a distanza di tempo, aveva diminuito il consumo di carta del 20% e molti soggetti avevano iniziato a preferire carte riciclate. Un altro progetto si proponeva di sensibilizzare sul risparmio energetico alcuni soggetti costretti a mangiare un quantitativo di carbone corrispondente a quello necessario per riscaldare l'acqua utilizzata da loro per farsi una doccia calda. Dopo l'esperienza virtuale chi era stato costretto a mangiare il carbone aveva dimostrato di essere rimasto colpito dalla quantità di energia necessaria e di aver risparmiato acqua calda anche nella vita reale.

Un terzo progetto ha lo scopo di sensibilizzare rispetto all'acidificazione oceanica, processo attraverso cui gli oceani diventano più acidi causando danni irreparabili alla flora e alla fauna marina. Durante l'esperimento i volontari hanno provato le fasi del processo di acidificazione degli oceani interagendo con l'ambiente marino in cambiamento e assistendo ai danni provocati. I primi risultati degli esperimenti hanno dimostrato che i soggetti coinvolti nell'esperienza virtuale hanno manifestato maggiore attenzione alle problematiche ambientali rispetto ai soggetti a cui era stato fatto vedere un documentario o un film che spiegasse il fenomeno dell'acidificazione.

Questi tipi di esperimenti utilizzano tecnologie all'avanguardia e un numero elevatissimo di dati, coinvolgendo istituti di ricerca che operano in diversi campi per rendere il più verosimile possibile l'esperienza, ma anche per essere sicuri di fornire dati e informazioni corrette agli utenti.

3.3 La comunicazione virtuale della scienza ieri e oggi

Tra i vari campi di utilizzo di questa tecnologia sono molti quelli scientifici che hanno creduto nella sua utilità, impiegandola in studi, simulazioni, analisi e addirittura terapie su pazienti. Il grado di realismo che le moderne tecnologie sono riuscite a raggiungere permettono di avere risultati sorprendenti.

Lo scopo principale rimane quello di incrementare le potenzialità di un mezzo che sia di supporto nelle attività di scienziati, medici o professionisti di un determinato settore, ma quello che vogliamo sottolineare ora è come in modalità analoghe a quelle della comunicazione giornalistica immersiva, il fenomeno AR e VR stia prendendo piede anche nello specifico ambito della comunicazione della scienza.

Un ambito in continuo sviluppo sia per la velocità con cui si fanno nuove scoperte, si elaborano teorie e si confutano le precedenti, sia per la facilità con cui ogni giorno fake news o comunicazioni poco efficaci rischiano di minare la credibilità della figura dello scienziato. I pubblici sono, infatti, molto diversificati, sempre alla ricerca di informazioni credibili, ma non sempre provvisti degli strumenti adatti per trovarle. Per questo il comunicatore della scienza deve cercare di destreggiarsi al meglio nelle diverse situazioni che gli si trovano di fronte adattando strumenti, mezzi e contenuti al pubblico a cui si vuole riferire.

Nel caso specifico della comunicazione della scienza, che verrà vista nelle prossime pagine in molte delle sue sfaccettature, gli atteggiamenti e i comportamenti concreti emersi durante gli esperimenti di Bailenson consistono nel desiderio di apprendere maggiormente e nell'effettivo apprendimento. Prendendo in esame esempi di applicazioni reali, lo studio condotto cercherà di far emergere il potenziale di AR e VR, mettendo in luce la difficoltà di verificarne la reale efficacia in un ambiente non accademico, ma la versatilità di un mezzo che ha ancora molto da dimostrare.

Le tecnologie immersive sono particolarmente efficaci per simulare ambienti, oggetti, situazioni e scenari non ancora esistenti, ma verosimili.

Già nel 2010, l'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) considerava le tecnologie tridimensionali un mezzo dalla doppia valenza: da una parte simulare scenari futuri, sensibilizzare rispetto a problematiche sociali o ambientali o interrogarsi su ricerche e progetti ancora ipotetici, dall'altra anticipare invenzioni, imprese, missioni spaziali rendendole fruibili anche a un generico pubblico attraverso documentari o immagini realistiche.

Se oggi riusciamo facilmente a immaginarci di entrare in una stanza provvisti di visori e attrezzature adeguate e trovarci di fronte un panorama spaziale o gli abissi marini, uno dei primi approcci della comunicazione scientifica al mondo virtuale è stato attraverso quelli che vengono definiti “ambienti virtuali multi-utente”.

Il primo esempio di un mondo virtuale usato a scopo divulgativo/educativo, ideato da alcuni scienziati e pensato per le scuole, è rappresentato da *Whywill.net* della *Cornell University* e risale al 1999.

Successivamente la società americana Linden Lab lancia nel 2003 *Second Life*.

Questo mondo virtuale consiste in una piattaforma informatica in cui gli utenti, detti “residenti” accedono attraverso un avatar tridimensionale. All'interno è possibile esplorare i vari spazi, teletrasportarsi da un punto all'altro della mappa, interagire con altri utenti sia pubblicamente che privatamente anche attraverso la *voice chat*, partecipare ad attività, scattare foto, scambiarsi beni o servizi virtuali seguendo il motto «your world, your imagination».

A differenza della maggior parte dei *virtual world*, non esiste un obiettivo prestabilito e, per questo, la piattaforma è stata spesso usata come mezzo di evasione dalla propria vita reale, ma ha dato anche la possibilità di creare progetti e interazioni significative tra gli utenti.

Nel 2007 nasce, ad esempio, *Second Physics*, dall'idea di un piccolo gruppo di ricercatori e docenti che, durante la Notte Europea dei Ricercatori, ha supportato una visita guidata live nei siti virtuali di Nasa, Enea e Infn.

Due anni più tardi il gruppo di *Second Physics* lancia, insieme a *Immersive2life*, *Science on the road*, un programma pluriennale dedicato a vari settori della scienza e con un forte connotato divulgativo e didattico.

Nei suoi primi quattro anni di attività ha organizzato 120 eventi in cui sono state registrate 5600 presenze e 33 docenti. Delle presenze totali è stata riscontrata una fidelizzazione del 15% di persone prima estranee a queste iniziative.

Questo progetto molto ambizioso ha dato il via a una serie di attività volte a rendere più accessibile e accattivante la scienza forte del successo ottenuto e dell'alto coinvolgimento del pubblico.

Nasce così nel 2010 un progetto italiano chiamato *Cafè della scienza* che riuniva docenti, esperti e curiosi in una sorta di conferenze o dibattiti virtuali sulle ultime notizie di scienza e tecnologia. I residenti di Second Life negli anni sono stati anche invitati al Concorso *Scien&Art* organizzato da *Second Physics*, *SL Art* ed *Experience Italy*, con lo scopo di riunire le migliori opere d'arte realizzate in Second Life che comunicassero concetti scientifici suddivisi in sei categorie (atomo, big bang, raggi cosmici, elettricità, nanotecnologie, stringhe).



Fig. 16: Scien&Art, Giugno 2010

Un altro spazio dedicato alla divulgazione scientifica su Second Life è rappresentato dalla trasmissione radiofonica *Making Science Radioactive* che ha proposto uno spazio chiamato Scuola di Scienza in cui dibattere su argomenti ideati insieme alla *Denver University*²³.

Esperienze di questo tipo riuscivano a coinvolgere utenti da tutto il mondo, riunendo esperti o semplici interessati allo stesso “tavolo” e promuovendo un dialogo e un confronto che nella realtà fisica non sarebbe stato possibile.

Sono passati una decina di anni da queste sperimentazioni che hanno reso immersivo il concetto di video-conferenza applicandolo a un mondo virtuale.

Le tecnologie si sono certamente evolute, ma gli aspetti caratterizzanti di questi fenomeni sono rimasti pressoché invariati. L'immersione, appunto, permette agli utenti l'immedesimazione, mentre la digitalizzazione permette di toccare, manipolare e interagire con oggetti e concetti astratti (atomi, formule matematiche, figure geometriche, opere d'arte ecc).

3.4 Componente collettiva e partecipativa

Con Second Life abbiamo visto come i primi esempi di divulgazione digitale, se così la possiamo definire, coinvolgevano direttamente le persone e permettevano loro di confrontarsi, discutere e interagire gli uni con gli altri.

L'uso di un visore o di uno schermo rende pressoché impossibile creare delle interazioni reali con altre persone che, invece, possono avvenire sotto forma di relazioni virtuali. Una volta proiettati in un qualsiasi mondo digitale, l'utente può interagire con l'ambiente in cui si trova e, se la simulazione prevede la presenza di altri soggetti, è probabile che si trovi a dover collaborare o confrontarsi con loro.

Questo, però, avviene sempre all'interno di un contesto virtuale che sparisce nel momento in cui viene tolto il visore.

Diverso è se il supporto digitale è in realtà aumentata. Un sistema AR permette di creare delle interazioni non più digitali, ma reali, perché si basa sulla sovrapposizione di uno spazio virtuale a uno spazio reale senza, per la maggior

²³ F. L. Fabbri, “Divulgazione e popolarizzazione della scienza. Buone pratiche in Second Life”, *Bricks*, 05/08/17. Si veda <http://www.rivistabricks.it> (15/04/19)

parte dei casi, isolare l'utente con dei visori, ma fornendogli un semplice tablet o uno smartphone.

Uno studio²⁴ condotto dal team di Tzung-Jin Lin, dell'Istituto di Scienze e Tecnologie Applicate dell'Università di Taiwan, ha evidenziato, ad esempio, come attraverso la realtà aumentata si creino tra gli studenti forme di collaborazione e di conoscenza partecipativa. Lo studio ha preso in esame quaranta studenti universitari, di cui un gruppo ha potuto utilizzare un sistema AR collaborativo, un gruppo ha invece utilizzato una simulazione 2D tradizionale.

I risultati hanno indicato, inoltre, che gli studenti che hanno imparato con il sistema AR hanno raggiunto risultati migliori rispetto agli altri, dimostrando attraverso i modelli comportamentali rilevati, quanto possa essere utile avere a disposizione un sistema di realtà virtuale.

La componente collettiva può non essere rilevante in occasioni d'uso come la visione di un documentario virtuale o di una simulazione fine a sé stessa, ma è pressoché imprescindibile in contesti come quello scolastico o museale dove la partecipazione, l'interazione tra i soggetti e la componente sociale sono elementi fondanti. All'interno di una classe questo facilita addirittura l'apprendimento e innesca dinamiche collaborative che, se alimentate, difficilmente si perderanno nel tempo.

3.5 Effetti collaterali

Come ogni novità, anche la realtà virtuale suscita delle perplessità soprattutto per la possibilità di totale immersione e conseguente alienazione dalla realtà.

In parte queste preoccupazioni sono fondate e legittime sia da parte dei singoli utenti che delle istituzioni, ma sono legate, non al mezzo, bensì alle modalità di utilizzo di queste tecnologie.

²⁴ T. J. Lin et al., *An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system*, (2013). Si veda: www.sciencedirect.com (19/04/19)

Se usate con cautela e i dovuti accorgimenti, infatti, questi dispositivi non causerebbero nessuno dei problemi che sono accusati di provocare.

Nell'immaginario collettivo viene spesso additata la realtà virtuale, soprattutto se associata ai video giochi, di influenzare chi la utilizza a tal punto da cambiarne i comportamenti. Smentire questa teoria significherebbe, in un certo senso, far perdere credibilità a questo lavoro di tesi, ma affrontare approfonditamente il problema potrebbe essere oggetto di un intero studio. Jeremy Bailenson sostiene che sì, la realtà virtuale cambi il modo in cui pensiamo e agiamo, ma che gli effetti su cui preoccuparsi sono quelli legati a un abuso dello strumento o a un suo uso incontrollato. Sul breve periodo, Bailenson e il suo tema del *Virtual Human Interaction Lab* sostengono che la realtà virtuale possa influenzare il punto di vista di chi la utilizza e spinga a dei ragionamenti e delle riflessioni che possono arrivare a cambiare gesti e attitudini.

È sottinteso però che le simulazioni fatte dal laboratorio finora si concentravano su tematiche sociali o ambientali e non erano certo volte a innescare nei partecipanti sentimenti d'odio o desiderio di violenza. Interessante e, probabilmente di estrema importanza in futuro, sarà comprendere se sul lungo periodo somministrare esperienze in VR violente o di dubbia moralità possa spingere le persone ad essere a loro volta violente o assumere atteggiamenti contrari alla propria etica.

Dal punto di vista fisico, alcuni dei disturbi più frequenti sono rappresentati da pallore, vertigine, nausea, sudorazione eccessiva e vomito nei casi più gravi e sono la conseguenza di ciò che viene chiamata nausea da movimento indotta visivamente. La maggior parte dei casi in cui si riscontrano tali disturbi è legata all'immagine che non segue il movimento degli occhi o della testa o il cortocircuito che si crea se i messaggi forniti dai nostri sensi sono incoerenti gli uni con gli altri (e ad esempio quello che vediamo e sentiamo non corrisponde).

Per questo motivo le aziende forniscono i dispositivi virtuali come fossero dispositivi medici consigliando pause di dieci/quindici minuti ogni mezz'ora e altri accorgimenti per non alienarsi completamente dalla realtà.

Un terzo aspetto da considerare è l'efficacia dei dispositivi in dotazione. Se parliamo di immersione, coinvolgimento ed emozionalità la realtà virtuale convince spesso

solo sulla carta. I visori pesanti, non sempre a fuoco, il poco isolamento acustico inevitabile se si assiste a una proiezione in pubblico, il fastidio di dover indossare un'apparecchiatura scomoda sono tutti fattori che incidono sull'esperienza dello spettatore e su quanto poi il messaggio veicolato dall'esperienza immersiva arrivi a colpire nel segno.

3.6 Applicazioni

Ad oggi si può dire che tutte le sfaccettature della comunicazione della scienza siano state contaminate dalla realtà virtuale o aumentata. Con tecniche più o meno sofisticate questa tecnologia ha fornito e sta continuando a fornire un supporto per la divulgazione scientifica riuscendo, come abbiamo visto, ad aggiungere alla componente informativa anche quella di sensibilizzazione laddove gli argomenti si prestino a tale scopo.

Come tecnica rappresentativa di scoperte scientifiche

Attraverso la realtà virtuale i ricercatori possono rapportarsi con il pubblico in maniera più diretta portandoli all'interno delle proprie ricerche e rendendoli così partecipi di scoperte e osservazioni molto complesse attraverso un linguaggio immediato e alla portata di tutti.

È del 10 aprile la notizia della prima immagine dell'orizzonte degli eventi di un buco nero (nello specifico al centro della galassia M87) che fornisce la migliore prova "fotografica" di questi corpi celesti ed è proprio dalle possibili applicazioni in questo campo che vorrei partire.

Nel 2018 gli scienziati dell'Università di Radboud e dell'Università di Goethe hanno creato la prima rappresentazione in realtà virtuale di un buco nero, nello specifico di Sagittario A* che si trova al centro della nostra galassia²⁵.

²⁵ J. Davelaar et al. *Observing supermassive black holes in virtual reality*, (19/11/18). Si veda: <https://comp-astrophys-cosmol.springeropen.com> (16/04/19)

La simulazione è stata realizzata all'interno di *Blackhole Camp*, un progetto europeo che aveva lo scopo di ottenere la prima immagine dell'orizzonte degli eventi di un buco nero, «una regione dello spazio-tempo dalla quale nulla può sfuggire»²⁶.

Secondo Jordy Davelaar e il suo team di scienziati gli aspetti positivi di questo tipo di esperienze sono due: il primo è scientifico e riguarda la possibilità di studiare meglio i buchi neri attraverso simulazioni realistiche, la seconda è di tipo comunicativo. Gli autori del progetto, infatti, suggeriscono che visualizzazioni di questo tipo potrebbero incoraggiare l'opinione pubblica ad approcciarsi all'astrofisica facendone emergere gli aspetti più affascinanti. Questo ruolo sociale della realtà virtuale si è dimostrato efficace soprattutto con i bambini per il suo carattere sociale e didattico.

Mentre nel capitolo precedente veniva evidenziato come usare la realtà virtuale nell'ambito della ricerca scientifica fosse utile agli scienziati per approfondire determinati argomenti anche attraverso esperienze in prima persona, simulazioni, ingrandimenti e interazioni, si comincia ora a delineare il pensiero che questo strumento possa essere utilizzato anche per divulgare questi studi e questi approfondimenti.

Come strumento a supporto dell'insegnamento

Le tecnologie immersive stanno rivoluzionando le modalità di apprendimento attraverso simulazioni esperienziali e molte delle proposte fatte agli studenti includono materie scientifiche. Che sia per incuriosire o rendere più pratici argomenti trattati solo in teoria, la sfida di portare la realtà virtuale nelle scuole è stata ufficialmente accettata già da alcuni anni.

Nel 2016, quando questa tecnologia si apprestava a raggiungere uno dei suoi più alti picchi di successo, in tutto il mondo studiosi e appassionati ne sperimentavano le potenzialità.

Durante un Hackaton virtuale in Kansas City alcuni esperti di realtà virtuale si sono, ad esempio, prodigati per rendere la realtà virtuale accessibile agli insegnanti.

²⁶ M. Sandri, "All'ombra dell'orizzonte degli eventi", *Media INAF*, 20/04/18. Si veda www.mediainaf.it (20/04/19)

Una delle squadre dell'hackaton ha presentato *Life*, un programma che, attraverso la VR, aiuta gli studenti ad applicare l'algebra e la geometria nella vita reale. «A cosa mi servirà in futuro?» è infatti una delle domande più frequenti nella mente degli studenti quando si pensa a concetti come l'algebra e con queste tecnologie è finalmente possibile far sperimentare in tempo reale questo concetto agli studenti.

Nel *South Central Michigan*, dal 30 agosto 2016 è in funzione una vera e propria scuola virtuale per studenti della scuola primaria e secondaria di secondo grado (per il regime scolastico statunitense, il range K-12). L'idea rivoluzionaria fonda la sua missione sul rendere più accessibile e di facile comprensione il materiale di studio incoraggiando l'apprendimento attraverso dispositivi di gioco Oculus.

Sono molte le iniziative che danno fiducia a questo nuovo mezzo di supporto didattico e anche alcune scuole italiane hanno deciso di investire su questa tecnologia grazie all'intuizione di dirigenti scolastici e insegnanti. Per citare alcuni esempi, l'istituto Majorana di Brindisi ha acquistato 10 Oculus rift per usarli nelle lezioni di astronomia, chimica e storia portando i ragazzi all'interno del sistema solare o in un laboratorio pieno di provette con cui sperimentare senza rischi.

Nella scuola primaria Cantore di Genova, invece, si punta sulla matematica, catapultando gli studenti in una stanza in cui sperimentare la prospettiva e le forme geometriche.

A Bresso sono nate le prime classi dotate di realtà virtuale presso la scuola primaria Kennedy dove è presente la prima aula europea interamente dedicata alla MR (mixed reality). Durante alcune lezioni gli studenti hanno la possibilità di entrare virtualmente all'interno di un cuore umano e "visitarlo" sentendone il battito ed esplorandone le parti, avendo anche il controllo delle sue funzioni per capirne le particolarità²⁷.

Didattica immersiva è il nome di un progetto tutto italiano messo a punto da INDIRE (Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca educativa) con l'obiettivo di esplorare le potenzialità educative del virtuale. Al suo interno è stata creata nel

²⁷ ²⁷ A. Carlino, "A Bresso (Milano) la prima aula scolastica dedicata interamente alla realtà virtuale" 22/01/19. Si veda www.ischool.startupitalia.eu (18/04/19).

2012 *EdMondo*, un mondo virtuale pensato appositamente per studenti e docenti e basato su tecnologie opensource.



Fig 17: studio del cuore umano in MR presso la scuola primaria Kennedy di Bresso

Queste sperimentazioni, anche se ancora nella loro fase iniziale, permettono agli studenti di imparare attraverso il metodo *learning by doing* e facilitano l'apprendimento. Sono efficaci soprattutto con ragazzi che presentano difficoltà o disabilità perché aiuta a ridurre il gap tra gli studenti con svantaggi cognitivi, fisici o differenze culturali e linguistiche.

Durante un talk a TedXCern 2016, Michael Bodekaer, imprenditore e appassionato di tecnologie ha mostrato come un tablet collegato a un visore per la realtà virtuale possano rivoluzionare lo studio della scienza. Secondo Bodekaer apprendere mediante queste nuove tecnologie permette di affrontare argomenti attuali e in continua evoluzione come il riscaldamento globale o la diffusione di malattie, ma soprattutto, riesce a coinvolgere gli studenti in un modo che non è mai stato sperimentato prima. Per distogliere i ragazzi dal torpore e dalla noia che possono provocare i banchi di scuola, Bodekaer e il suo socio hanno realizzato un laboratorio virtuale completamente interattivo per simulare le attività degli scienziati. Il tutto arricchito da un'atmosfera da video game e da storie sempre più accattivanti.

Durante il talk ha portato come prova a sostegno del suo operato il fatto che, coinvolgendo uno psicologo dell'apprendimento e testando questo metodo su un gruppo di studenti, si è notato come l'apprendimento da parte di questo gruppo era superiore del 76% rispetto al gruppo di studenti che aveva partecipato a una lezione tradizionale.

Un altro punto a favore è il fatto che, a differenza di quello che si possa pensare, l'insegnante non verrebbe assolutamente sostituito, in quanto, il suo contributo (tutoraggio, verifica e valutazione), è stato dimostrato faccia aumentare ancora l'efficienza degli studenti.

Come strumento artistico

Anche l'ambito artistico è rimasto coinvolto in questo fenomeno creando numerose collaborazioni tra artisti e scienziati.

Uno dei primissimi creatori di opere interattive è Myron Krueger, un artista americano noto per essere uno dei primissimi sperimentatori di realtà immersive in campo artistico. Nel 1969, insieme a Dan Sandin, Jerry Erdman e Richard Venezky ha ideato *Glowflow*, un ambiente sonoro controllato dal computer che si modificava in base alle azioni delle persone al suo interno e, negli anni successivi, si è dedicato allo sviluppo di progetti sempre più complessi fino alla nascita di *Videoplace*, considerato il suo lavoro forse più interessante.

Videoplace consiste in una serie di stanze collegate tra di loro non fisicamente in cui i partecipanti possono entrare e interagire con chi è presente nelle altre stanze grazie a schermi e proiezioni di immagini. Lo scopo era la comunicazione tra persone lontane fisicamente attraverso un ambiente reattivo che fosse più variabile della realtà stessa.

Gli utilizzi principali di questo esperimento sono molto legati all'ambito artistico, ma Krueger credeva che potesse essere un ottimo metodo divulgativo e di insegnamento specie se rivolto a bambini e ragazzi.

Tra i pionieri dell'arte digitale è impossibile non citare *Knowbotic Research*, un gruppo di artisti tedeschi e svizzeri (Yvonne Wilhelm, Christian Hübler e Alexander Tuchacek) che negli anni novanta ha utilizzato le tecnologie immersive per creare prodotti artistici in collaborazione con i centri di ricerca, creando, quindi, una sinergia

tra arte e scienza che sfocia in lavori come “Dialogue with the Knowbotic South”, vincitore del premio Lehmbruck per la scultura nel 1996, fino a quell’anno mai assegnato a un ambiente interattivo.

Dialogue with the Knowbotic South è uno spazio digitale in cui i visitatori “interagiscono” con le ricerche scientifiche effettuate dai ricercatori in Antartide attraverso una grande proiezione e due computer *Silicon Graphics*, messi a disposizione da SGI Nederland. In base ai dati che gli spettatori stessi recuperano, questo ambiente, interamente connesso a internet e collegato in diretta con le basi in Antartide, cambia aspetto ricordando loro che l’immagine che abbiamo della natura si basa sulle informazioni che ci vengono fornite e continua a cambiare man mano che queste informazioni mutano, si ampliano o vengono confutate. L’idea era quella di creare un linguaggio mutevole e in costante evoluzione che desse l’impressione della complessità di un argomento tanto vasto come quello della natura.



Fig. 18: *Dialogue with the Knowbotic South*

Negli stessi anni di Knowbotic Research, anche Ulrike Gabriel, artista tedesco, esplora il mondo della realtà aumentata e virtuale. Uno dei suoi lavori più famosi è *Percentual Arena*, un’installazione interattiva che mostra il potenziale della mente umana. Il suo scopo è quello di creare una trama audio visiva che rappresenti l’interazione che l’utente ha con lo spazio.

La maggior parte dei lavori di Gabriel sono il frutto dell’interazione tra i visitatori e l’ambiente circostante. In *Breath*, ad esempio, il ritmo respiratorio, misurato attraverso un sensore, attivano un processo di generazione di immagini, in questo

caso poligoni, che mutano in maniera differente a seconda della frequenza respiratoria misurata.

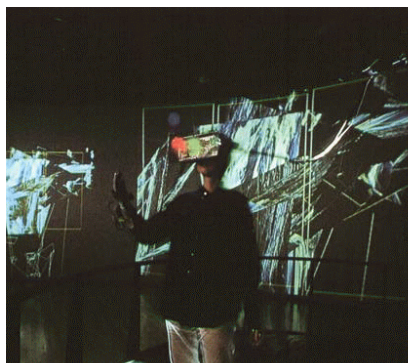


Fig. 19 (a sinistra): *Percentual Arena* Fig. 20 (a destra): *Breath*

Anche oggi, a distanza di circa un paio di decenni e di numerosi sviluppi tecnici e tecnologici, gli elementi di alienazione e meraviglia continuano ad essere molto importanti nella creazione di opere immersive con finalità artistica.

Gli artisti cercano sempre, però, di collegare alle loro creazioni dei connotati filosofici o informativi che non solo impressionino l'utente, ma lo spingano a riflettere su determinate tematiche.

Oggi nella maggior parte dei casi la realtà virtuale viene usata a scopo divulgativo e di sensibilizzazione e cerca di trasmettere dei messaggi puntando sul sensazionalismo e la meraviglia.

Un'esempio che ha fatto della meraviglia il suo cavallo di battaglia è l'opera di Enrico De Paris. Nel 2017 in occasione della *VIEW Conference*, il *Vitruvio Virtual Museum* e l'artista bellunese hanno presentato *Synapse*, un'opera per la realtà virtuale immersiva grazie alla quale i visitatori possono esplorare un universo immaginifico dai colori psichedelici e oggetti fluttuanti, un labirinto con struttura molecolare al cui interno si possono incontrare creature metaforiche.

L'artista ha dichiarato di aver prima di tutto pensato a un'opera d'arte che racchiudesse un significato preciso: il rapporto dell'uomo con il genere animale e vegetale. Per farlo si è servito di molte immagini dal significato simbolico e i connotati tipici di alcuni animali che gli spettatori potevano ruotare e osservare

grazie a dei puntatori laser, ma ha inserito all'interno di questo viaggio surreale anche figure dalle forme particolari.

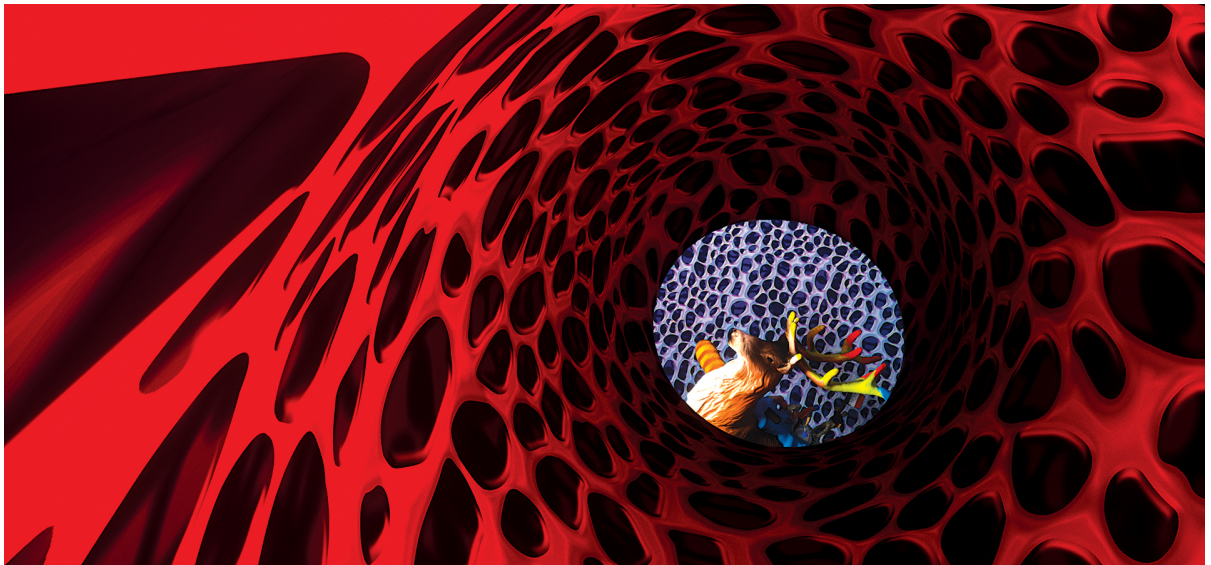


Fig. 21: Immagine bidimensionale di una visione di *Synapse*

Puntando sul fascino dei viaggi spaziali più che sull'effetto meraviglia di un ambiente a tratti psichedelico, anche Antony Gormley si è cimentato con la realtà virtuale per creare una sua opera d'arte. Il famoso scultore inglese ha così creato nel 2019 *Lunatik* grazie all'appoggio della startup Acute Art, impegnata da sempre nelle sperimentazioni artistiche con questa tecnologia, e di un'astrofisica americana Prima Natarajan.

La collaborazione diretta con la Nasa ha dato all'artista la possibilità di avere immagini e dati reali conferendo credibilità alla sua opera che, a questo punto, diventa non solo artistica, ma divulgativa. I visitatori, usando un visore, potranno compiere un viaggio spaziale dalla Terra alla Luna replicando la missione Apollo 11 nell'anno del suo cinquantesimo anniversario.

Un nuovo genere documentaristico

One strange Rock: Pianeta Terra ha debuttato nel 2018 su Netflix, la piattaforma streaming on demand che spopola ormai in tutto il mondo, attirando l'attenzione per il suo originale punto di vista. La serie racconta la storia della Terra attraverso otto

astronauti in un viaggio che esplora le meraviglie del nostro pianeta, ma anche la sua estrema delicatezza.

National Geographic, produttore della serie presentata da Will Smith, ha voluto rendere però ancora più efficace la narrazione coinvolgendo gli esperti di realtà virtuale del *Humaneyes Technologies*. Lo scopo era riuscire a utilizzare la videocamera Vuze VR, la prima fotocamera VR 3D a 360° capace di catturare audio e video dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) coinvolgendo l'astronauta Paolo Nespoli, esperto cameraman.

Il risultato è un video immersivo di poco più di quattro minuti che racconta la vita dalla e nella Stazione Spaziale Internazionale facendoti immedesimare in un membro dell'equipaggio al fianco degli astronauti di *One Strange Rock*, Chris Hadfield, Mae Jemison, Mike Massimino e Nicole Stott. Quest'esperienza dà la possibilità di guardarsi attorno in assoluta libertà, esplorando gli ambienti e osservando gli scienziati all'opera. «Il nostro scopo» afferma Kyle Christensen, VP di Digital Strategy for National Geographic «è quello di attirare le persone verso ciò che rende la nostra esperienza sulla Terra eccezionale e portare rinnovata eccitazione alla scienza e all'esplorazione umana»²⁸.

Durante la prima del film gli spettatori hanno avuto la possibilità di indossare dei visori assolutamente fuori dagli schemi. Grazie a una collaborazione con McCann e TomorrowLab sono stati costruiti gli *Space Projection Helmets*, dei caschi simili a quelli degli astronauti adattati per dare un'esperienza cinematografica personale.

Ad oggi il documentario denominato poi ISSVR è disponibile, con tutte le limitazioni del caso date da una visione fai-da-te in casa, per tutti i principali dispositivi o su YouTube con l'app per Google Cardboard.

Un filone documentaristico che sta prendendo piede e sta sfruttando molto la realtà virtuale è quello dei cambiamenti climatici. Sono molti i motivi che lo rendono un genere che si presta molto a queste contaminazioni, ma il più importante è forse quello individuato precedentemente dagli studi di Bailenson: la realtà virtuale genera empatia e l'empatia, sia nelle cause sociali che in quelle ambientali, può fare molto.

²⁸ J. Antunes, "One Strange Rock shows first-ever 3D Virtual Reality filmed in space", *Provide Coalition*, 18/04/18. Si veda www.providecoalition.com (20/04/19)

Al Tribeca Film Festival, fondato nel 2002 da Jane Rosenthal, Robert De Niro e Graig Hatkoff allo scopo di ridare dignità alla zona di TriBeCa (Manhattan) dopo gli attentati alle torri gemelle, non è raro assistere a documentari in VR che cercano di sensibilizzare rispetto a questi temi.

Nel 2018 sono state presentate opere come *This is Climate Change* o *Coral Compass* due esempi molto diversi tra l'oro ma con l'obiettivo comune di testimoniare i danni che stanno generando i cambiamenti climatici.

This is Climate Change è una serie di documentari prodotti da Participant Media e Condition One che viaggia alla ricerca di luoghi e persone colpite da disastri ambientali imputabili ai cambiamenti climatici, mostrandoci ambienti e paesaggi completamente devastati da eventi meteorologici estremi, migrazioni di massa, incendi e allevamenti intensivi insostenibili.

Coral Compass: fighting climate change a Palau è, invece, un mini documentario che immerge letteralmente gli spettatori nelle acque tropicali di Palau e mostra come chi vive sull'isola cerchi di proteggere la barriera corallina dall'incuria dei visitatori e dai danni irreparabili dei cambiamenti climatici. Questo progetto, dell'ormai noto *Virtual Human Interaction Lab* di Stanford, è frutto di uno studio mirato e portato avanti in collaborazione con scienziati e leader politici.

Il responsabile del VHIL, Tobin Asher, ha dichiarato che le motivazioni che hanno spinto a concentrarsi su Palau sono principalmente etiche, dal momento che il governo del paese sta collaborando attivamente per preservare i propri ambienti marini dando prova di «adattamento e speranza»²⁹.

Il genere documentaristico si differenzia dalle altre applicazioni della realtà virtuale per il fatto che cerca di trasportare lo spettatore non in una ricerca scientifica o in un mondo psichedelico, ma in una narrazione fatta di emozioni, storie di vita vissuta e fatti concreti. Per realizzare i quattro minuti di *Coral Compass*, ad esempio, sono servite ore di filmati, registrazioni, interviste, punti di vista di chi quei luoghi li abita, lasciandosi trasportare dagli eventi e da ciò che accade realmente mentre si sta girando invece che attenersi a una scaletta dettagliata fatta prima della partenza.

²⁹ J. Bonazzo, "How This 4-Minute Virtual Reality Short Is Taking on Climate Change" *Observer*, 24/04/18. Si veda www.observer.com (19/04/19)

3.7 Realtà virtuale nei musei: la nuova frontiera dell'apprendimento partecipativo

Le tecnologie digitali stanno modificando le esperienze di visita e di apprendimento e anche il museo è stato investito dalle trasformazioni che ne hanno cambiato completamente alcuni aspetti della fruizione.

Abbiamo già visto come esso sia uno dei terreni di sperimentazione di questa tecnologia, ma grazie agli studi di Bailenson ora sappiamo che tutti i luoghi o le occasioni in cui si lavora sulla didattica, la divulgazione o la comunicazione la rilevanza del virtuale è anche sociale per il forte potere di sensibilizzazione che questa tecnologia offre.

Secondo i ricercatori la realtà virtuale è un mezzo potentissimo per rendere le persone consapevoli delle proprie capacità e dar loro un motivo per cambiare i propri atteggiamenti. Questo riguarda i cambiamenti climatici, le tematiche sociali, ma anche il proprio atteggiamento nei confronti della scienza.

Per questo motivo negli Stati Uniti, grazie al contributo di università come Stanford, Harvard e il Mit di Boston, sono iniziati a comparire attività, laboratori ed esperienze in realtà virtuale nei principali luoghi di aggregazione e socialità: scuole, musei e zoo.

Quando si parla di musei la prima cosa che viene in mente è il loro ruolo di contenitori di storia, arte e memoria e per molto tempo, complici le difficoltà nel reperire finanziamenti e la carenza di fondi da destinare alla cultura, sono stati esclusi dal processo di digitalizzazione che ha coinvolto tutti i settori della società.

Da un paio d'anni, però, si parla di "Musei digitali" cercando di integrare al concetto di museo tradizionalmente inteso i nuovi media e le nuove tecnologie per creare un ambiente più dinamico, rendere l'esperienza di visita più gratificante e creare maggiore coinvolgimento attraverso la partecipazione diretta del visitatore, esperienze multisensoriali e interattività.

Si sta cercando di sostituire quella che un tempo era l'unica tipologia esistente di museo (e che rispecchiava il modello di comunicazione e didattica frontale) con luoghi che abbiano un'offerta di servizi e attività sempre nuova, che diano la possibilità di interfacciarsi con device e applicazioni all'avanguardia, che

prediligano l'interazione alla partecipazione passiva puntando su tecnologie «smart, wearable, augmented, expanded, adaptive»³⁰.

Anche i musei della scienza sono stati coinvolti in questo cambiamento profondo e hanno dovuto adattare i loro spazi e i loro temi. Sono molte le tecnologie introdotte all'interno di questi ambienti, ma quella su cui ci vogliamo concentrare è la realtà virtuale che, sempre più spesso, sta diventando la protagonista di mostre temporanee, installazioni ed eventi ospitati da enti e fondazioni museali.

Nel 2016 il Science Museum di Londra ha voluto, ad esempio, ricreare il viaggio di ritorno dalla Stazione Spaziale Internazionale compiuto da Tim Peake a bordo della capsula Soyuz TMA-19M.

In collaborazione con Alchemy VR è stata creata *Space Descent VR*, che simula in dodici minuti la discesa di Peake durata più di sette ore a una velocità di 25.000 chilometri orari.

Per evitare che l'intera durata della simulazione consista nel cercare di sbirciare fuori dalla navicella il viaggio viene accompagnato e descritto dall'astronauta, che, così facendo, spezza l'incantesimo dell'illusione di trovarsi proprio in quel luogo, ma rende più piacevole e scorrevole la “discesa”.



Fig 22: alcuni studenti provano *Space Descent VR*

³⁰ P. Mazzanti, “Innovazione e musei digitali del 21esimo secolo”, *ArtLab*, 2016. Si veda www.artlab.fitzcarraldo.it (21/04/19)

Un'esperienza molto simile a quella reale che sarà disponibile solo per i visitatori del museo, il quale ha acquistato come pare della collezione di tecnologia spaziale nazionale del Regno Unito la *Soyuz TMA-19M*, e durante il tour nazionale in cui Tim Peake a bordo di un bus ha coinvolto migliaia di persone avvicinandole alle missioni spaziali.

Questo tour, lanciato durante l'anno della scienza, celebrava appunto le esplorazioni spaziali e gli enormi sforzi messi in campo a livello mondiale.

Lo spazio continua ad essere uno dei temi su cui sperimentare maggiormente quando si parla di realtà immersiva. L'idea edulcorata e quasi mistica che abbiamo sulle missioni spaziali viene arricchita da dettagli ed esperienze "dirette" che possono avere due finalità: aumentare l'effetto wow che giù di per sé genera il mondo dei viaggi spaziali o dimostrare l'umanità e la fragilità degli astronauti stessi. La mostra *Heroes and Legends*, all'interno del Kennedy Space Center in Florida, è dedicata agli uomini e alle donne della NASA dei primi anni di vita. Racconta dei loro errori, delle fatalità, dei disastri scampati e delle conquiste fatte, delle difficoltà, della motivazione e delle soddisfazioni di queste persone e lo fa attraverso gli ologrammi degli astronauti stessi.

Un altro esperimento divulgativo in realtà virtuale è stato messo in campo dal famoso naturalista e documentarista, nonché voce narrante dei programmi di storia naturale della BBC, David Attenborough.

Per il museo di Storia Naturale di Londra sarà rappresentato come un ologramma all'interno dell'esperienza immersiva *Hold the World* che consentirà ai visitatori di toccare con le loro mani virtuali oggetti e reperti che in un contesto reale non potrebbero essere toccati e che si trovano all'interno del museo.

Questo excursus virtuale prodotto da Factory 42, porta, quindi, a visitare con occhi diversi i fossili e le ossa presenti nelle sale espositive rendendo la visita più coinvolgente e arricchente anche dal punto di vista contenutistico. L'esperienza interattiva in questo caso non sarà fruibile solo all'interno del museo, ma grazie a Sky VR che lo ha commissionato, sarà possibile da qualsiasi device.

Attenborough non è nuovo ai mondi virtuali. Nel 2015 ha sfruttato il suo carisma e la sua popolarità per accompagnare un tour virtuale all'interno della più grande

barriera corallina del mondo. Questo nuovo genere ibrido tra il documentario e il tour museale virtuale rappresenta una grande opportunità per visitare posti molto lontani da noi ed essere partecipi di avvenimenti straordinari, ma se vissuto dal proprio divano di casa non ha certamente lo stesso valore di un'esperienza realistica a 360°.

Le limitazioni tecnologiche e gli elementi di disturbo di un luogo non progettato per questo genere di simulazioni inficiano le potenzialità della realtà virtuale e ne limitano di gran lunga l'impatto sul pubblico.

Come abbiamo potuto vedere, l'uso di tecnologie virtuali e dispositivi aumentati all'interno dei musei può avere molteplici funzioni.

- aumentare l'accessibilità permettendo a mostre e musei di essere visitati anche da lontano.
- aumentare le modalità di fruizione contestualizzando reperti, oggetti e quadri attraverso mondi virtuali, interazione e manipolazione diretta.
- aumentare il numero di opere e reperti esposti aggiungendo a quelli realmente presenti nel museo anche altri scomparsi, andati perduti o presenti in altri luoghi lontani.
- integrare diverse discipline per comprendere meglio le opere presenti all'interno del museo.
- favorire l'apprendimento attraverso la sperimentazione diretta

Se l'Inghilterra è stata una dei primi sostenitori dell'uso della realtà virtuale all'interno dei musei, anche l'Italia negli ultimi anni sta aggiornando le proprie esposizioni puntando molto su simulazioni e occasioni di interazione tra i visitatori e gli oggetti esposti.

La situazione dei musei scientifici in Italia tende a privilegiare la realtà virtuale per eventi specifici o mostre temporanee e la realtà aumentata per installazioni permanenti e percorsi tematici. La realtà aumentata dà, infatti, la possibilità al visitatore di interagire con l'oggetto esposto in totale autonomia non pretendendo condizioni esterne particolari come per esempio totale isolamento acustico per mettere una maggiore immersione, inoltre non ha bisogno necessariamente di visori, ma spesso può essere supportata anche da app per smartphone.

Di seguito vengono analizzati alcuni esempi italiani.

Muse - Museo della scienza (Trento)

L'anno scorso il Museo della Scienza di Trento (MUSE) ha messo a disposizione dei suoi visitatori l'app *GO!Muse* per visualizzare attraverso la realtà aumentata l'aspetto e le caratteristiche reali degli animali preistorici (e non) ospitati al museo. Grazie alla collaborazione con ricercatori e paleoartisti sono state ricreate le fisionomie e i movimenti delle creature esposte nelle sale del Muse che appaiono sullo schermo di un dispositivo fornito all'ingresso semplicemente puntandolo verso lo scheletro interessato.

Questo modello di visita è reso possibile da una tecnologia di Google chiamata VPS (*Visual Positioning Service*) che permette appunto di riconoscere e localizzare la posizione dell'utente all'interno dello spazio e riconoscere le caratteristiche dell'ambiente circostante.



Fig. 23: Visitatore alle prese con l'app GO!Muse

Museo nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo Da Vinci (Milano)

Secondo una citazione presente sulla homepage del sito del museo, pare che Guido Ucelli, suo fondatore abbia detto:

Il Museo è vivo, di tutti, aperto a tutti. Oggi il mondo cammina a ritmo vertiginoso e tutti ne cerchiamo le ragioni e le possibilità. Il Museo vive, è il Museo del Divenire del Mondo.

Dal 1953, l'idea visionaria di Ucelli viene mantenuta e fa sì che il museo sia sede di numerose sperimentazioni, esposizioni e attività sempre nuove.

Quest'anno, insieme a Sony Interactive Entertainment Italia e grazie PlayStation VR, ha ospitato un'esperienza immersiva che porta i visitatori nell'Oceano Atlantico per osservare i resti del Titanic. L'attività monitorata da un animatore scientifico e disponibile solo in determinate fasce orarie permetterà di salire a bordo di un virtuale sottomarino a comando remoto e imparare qualcosa di nuovo sul naufragio del transatlantico britannico, affondato il 15 aprile 1912.

Questa esperienza ha lo scopo di riportare i partecipanti alla realtà offrendo loro di godersi in modo più completo la visita del padiglione aeronavale del museo che ospita l'esposizione delle grandi navi.

Non è, però, la prima volta che collabora con Sony per iniziative di questo calibro.

Il 10 febbraio 2018 sono state infatti inaugurate *Apollo 11 virtual reality* e *The martian virtual reality experience*. Con i visori forniti da PlayStation VR i visitatori sono passati attraverso a quattordici postazioni che simulavano la condizione di vita degli astronauti sull'Apollo 11 o vestire i panni di Mark Watney, il protagonista del Film *The Martian* di Ridley Scott, avendo un spunto di riflessione in più sugli sforzi e i passi in avanti fatti nel campo dei viaggi spaziali.



Fig. 24: Simulazione *The Martian Virtual Reality Experience*

Musme, Museo di storia della medicina (Padova)

Tre anni fa a Padova ha aperto un museo che fa delle nuove tecnologie il suo punto forte. Si tratta di un museo interattivo, nato per far conoscere la tradizione medica padovana rendendola attuale con l'ausilio di tecnologie d'avanguardia. All'interno del percorso espositivo si trovano molte installazioni consultabili attraverso la realtà aumentata, dei portoni virtuali per conoscere personaggi come Sibilia de Cetto, Galileo Galilei o Giovanni Battista Morgagni e un vero e proprio teatro anatomico virtuale. Lo scopo del museo è quello di avvicinare i visitatori alla storia della medicina riportando in vita attualizzando studiosi e medici del passato e mantenendo un rapporto diretto con lo spazio fisico. Per questo motivo non viene usata in nessun modo la realtà virtuale, ma viene preferita la realtà aumentata che permette di mantenere insieme la dimensione formativa e quella ludica dell'esperienza di visita.



Fig. 25: Particolare del MUSME

Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche dell'Università Federico II e Città della Scienza (Napoli)

Il 15 giugno 2017 è stata inaugurata a Napoli l'Area *tecnologica* e la *Biglietteria 4.0* del Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche dell'università Federico II e una delle novità riguarda proprio una sala denominata *Realtà virtuale*.

All'interno di questa sala il visitatore può indossare un visore e lasciarsi trasportare in un ambiente tridimensionale ricco di esperienze visive e informazioni a 360 gradi.

Nello stesso anno, a quattro anni dal rogo che danneggiò gravemente il science center, Città della Scienza inaugura *Corporea*, il primo museo interattivo europeo dedicato al corpo umano, alla prevenzione e alla salute e un planetario 3d, che rimane il più grande planetario interattivo d'Italia.

Corporea unisce video immersivi, realtà virtuale, video games, laboratori e sperimentazioni in un complesso di 5.000 metri quadrati divisi in quattordici isole tematiche dedicate ad adulti e bambini.

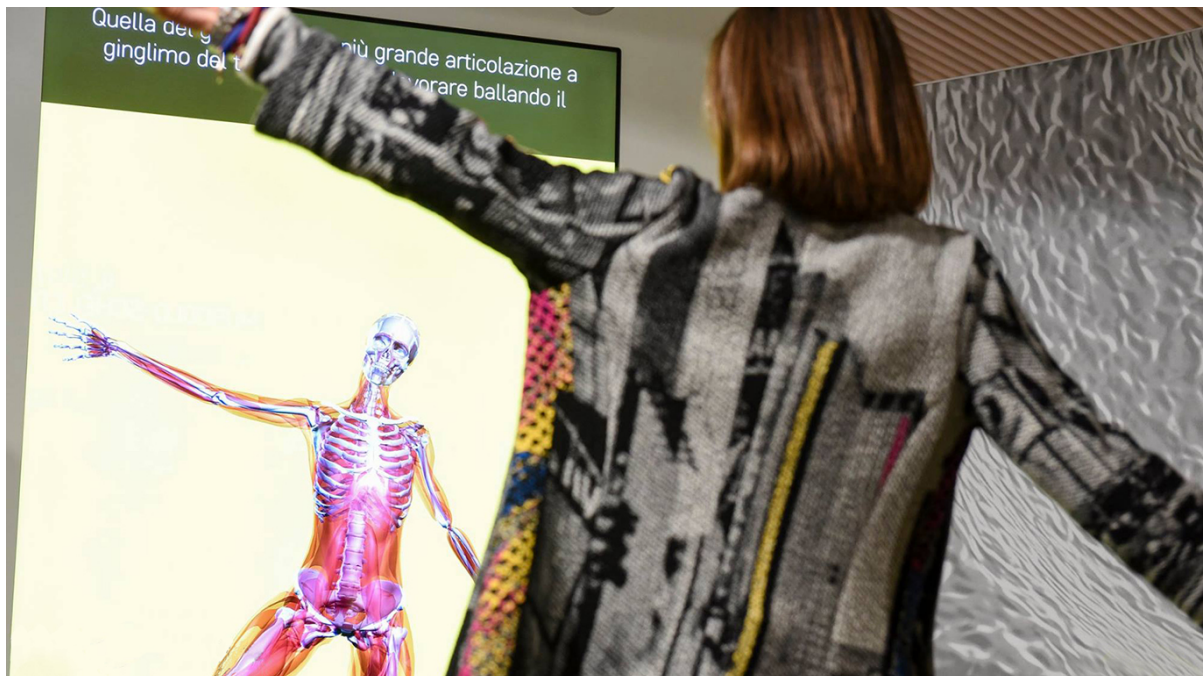


Fig. 26: Particolare di *Corporea*

La scelta di dedicare l'ultima parte del lavoro ai musei è data dal fatto che essi costituiscono un luogo di aggregazione e di interazione tra persone molto diverse tra loro sia per età che per contesto socio-culturale. Nei musei è quindi difficile progettare una simulazione in realtà virtuale adatta a tutti i target presenti al loro interno e che abbia la stessa risonanza in ogni visitatore che la prova.

Per garantire un'esperienza soddisfacente è opportuno pensare a soluzioni specifiche per determinate categorie (che di solito si limitano alla distinzione adulti-bambini) o occasioni come mostre temporanee, specifici eventi, laboratori a numero

chiuso. I dispositivi per la realtà virtuale, usati a scopo divulgativo o didattico, hanno, infatti, un'efficacia tanto maggiore quanto sono pensati ad hoc per una tipologia di pubblico o per un ambiente specifico che sia esso una classe, un laboratorio o un determinato gruppo di persone accomunate da qualcosa.

Se si parla di realtà aumentata, invece, le soluzioni possono essere più fantasiose. Questa tipologia di immersione è più versatile e meno limitante rispetto alla sua sorella virtuale, permette un coinvolgimento minore, ma è più adatta a contesti dispersivi o poco controllati dove comunque la pretesa di un totale isolamento sarebbe impossibile.

Nei musei presi in esame in Italia e all'estero si può notare come le esperienze in realtà virtuale siano più spesso riservate a sale dedicate, eventi e contesti specifici, mentre la realtà aumentata riesce a contaminare interamente il museo attraverso installazioni fisse con cui interagire durante la visita o dispositivi portatili di cui usufruire mentre si procede in autonomia.

Il risultato è sicuramente differente, ma prevede per entrambe le possibilità un coinvolgimento dell'utente all'interno dell'ambiente museale, rendendolo protagonista della visita e facendogli esplorare con le proprie mani (virtuali o non) i reperti, le opere e gli exhibit presenti.

CONCLUSIONI

Numerosi studi hanno evidenziato come la realtà virtuale permetta attraverso il coinvolgimento in prima persona di suscitare maggiore interesse nell'osservatore rispetto a ciò che viene mostrato e persino fargli assimilare un maggior numero di informazioni. Le analisi condotte dal team di Bailenson confermano inoltre come i soggetti coinvolti in esperienze virtuali possano addirittura adottare comportamenti e atteggiamenti nuovi nei confronti di quanto hanno sperimentato.

Ritengo di poter affermare che la realtà virtuale sia un mezzo utile non solo in contesti dove le simulazioni sono finalizzate a raggiungere un obiettivo specifico, come in un addestramento militare, ma anche nel mondo della didattica e della comunicazione grazie, appunto, alla capacità di influire sulla memoria e sull'apprendimento.

Il suo potenziale nel campo della didattica e la sua capacità di creare empatia mi hanno spinto a ipotizzare che, lo specifico ambito della comunicazione della scienza potesse essere un terreno di gioco molto soddisfacente perché permette una grande varietà di contenuti e un valore sociale di alfabetizzazione e sensibilizzazione non trascurabile.

In un momento storico in cui la scienza viene (di nuovo) fortemente contestata, è necessario non tanto fornire dati e numeri, ma ricreare un interesse nel pubblico affinché possa apprendere e desiderare apprendere, costruendo quello che nel marketing verrebbe chiamato engagement.

Non serve più, quindi, esibire unicamente ricerche e confutare teorie, ma ricreare le condizioni per cui il pubblico possa essere tanto interessato e coinvolto dall'argomento trattato, da avere il desiderio di informarsi e avere un approccio positivo nei confronti della scienza.

Per questo motivo ritengo che, tra i vari temi comunicabili attraverso la realtà virtuale, la scienza possa fornire l'occasione di unire alla componente informativa quella sociale spingendo le persone, non solo a imparare qualcosa di nuovo, ma anche a divertirsi di fronte alla simulazione dell'allunaggio, lo studio del DNA, la deforestazione o la lotta contro il cancro.

Durante questo lavoro di tesi è stato possibile analizzare il potenziale di questa tecnologia attraverso lo studio di tre parametri: il mezzo in sé, il contenuto veicolato e lo scopo.

Dall'analisi del mezzo è emerso come la realtà virtuale possa essere molto efficace in un contesto di ricerca, in uno spazio completamente isolato o costruito ad hoc per l'occasione, ma meno in uno spazio dove tutti possono usufruirne liberamente. Questo perché le condizioni esterne influiscono molto sull'esito della simulazione, soprattutto se il soggetto coinvolto nella simulazione viene distratto da rumori o sensazioni incoerenti con ciò che sta vedendo nel visore.

L'analisi del contenuto ha mostrato come nella divulgazione (intesa in senso ampio dalla didattica alla comunicazione giornalistica) la realtà virtuale possa essere considerata una nuova frontiera perché riesce, attraverso al suo alto tasso di immersione, a proiettare l'utente in un mondo parallelo dove fare esperienze in prima persona di un determinato argomento o tema.

Questo, sempre che le condizioni esterne lo permettano, riesce a influenzare molto il grado di apprendimento del soggetto.

Infine, lo scopo per cui si utilizzano realtà virtuali o aumentate è fondamentale. Attraverso gli studi del VHIL si è riuscito a dimostrare come gli strumenti immersivi possano facilitare i processi empatici alla base dei nostri atteggiamenti. Provare empatia verso una situazione spinge le persone ad adottare comportamenti a favore di essa che, parlando di scienza, può voler dire avere un approccio positivo nei suoi confronti.

Particolarmente efficace è stato, secondo i ricercatori, l'utilizzo della realtà virtuale durante simulazioni che riguardavano l'ambiente e la sostenibilità perché ha reso possibile quantificare in modo concreto le azioni fatte in favore del tema affrontato durante la simulazione.

Questa tecnica potrebbe costituire la nuova frontiera della sensibilizzazione ambientale dove campagne pubblicitarie, spot e dati non stanno avendo altrettanto successo.

È risultato evidente, tuttavia, comparando i vari ambiti di utilizzo, i contesti e le modalità, che le tecnologie immersive possano essere considerate davvero efficaci quasi sempre solo in linea teorica.

Gli studi esposti da Jeremy Bailenson dimostrano il potenziale della realtà virtuale in un ambiente protetto destinato alla ricerca, ma cosa succede in un luogo affollato a casa sul proprio divano o in compagnia dei propri compagni di classe?

Non è possibile dire di poter ottenere gli stessi risultati del direttore del VHIL in un qualsiasi contesto e non è quindi possibile affermare che in un qualsiasi ambiente la realtà virtuale sia in grado di trasmettere maggiori informazioni o di sensibilizzare maggiormente rispetto ad altri mezzi di comunicazione.

Quello che si è evinto dalla comparazione di diverse applicazioni di questi strumenti, però, è il fatto che il coinvolgimento, l'interattività e l'immersione aiutino le persone a immedesimarsi in una scena e a comprenderla e, anche se siamo ancora lontani dall'avere lo strumento divulgativo perfetto, l'utilizzo di realtà aumentate o virtuali può essere un valido supporto per chi, nella vita, decide di comunicare temi avvincenti, spettacolari o dal forte impatto sociale e culturale come quelli scientifici.

BIBLIOGRAFIA

- Acidini Cristina, Cappellini Vito, *Realtà virtuale nei musei*, Pitagora, 2008
- Alfieri Fiorenzo, Arcà Maria, Guidoni Paolo, *Il senso di fare scienze*, Bollati Boringhieri, Torino, 1995
- Arcagni Simone, *Visioni digitali, video, web e nuove tecnologie*, Einaudi editore, Torino, 2016
- Aukstakalnis Steve, Blatner David, Roth Stephen, *Miraggi elettronici*, Feltrinelli Editore, Milano, 1995
- Dal Pozzo Cristiano, Negri Federica, Novaga Arianna, *La realtà virtuale: dispositivi, estetiche, immagini*, Mimesis, 2018
- Gallese Vittorio, Guerra Michele, *Lo schermo empatico*, Raffaello Cortina editore, Milano, 2015
- Jenkins Henry, *Cultura convergente*, Feltrinelli editore, Milano, 2007
- Levy Pierre, *Il virtuale*, Raffaello Cortina editore, Milano, 1997
- Rheingold Howard, *La realtà virtuale. I mondi artificiali generati dal computer e il loro potere di trasformare la società*, Baskerville, 1993
- Rizzolatti Giacomo, Sinigaglia Corrado, *So quel che fai, il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2006
- Scurati Cesare, *Tecniche e significati: linee per una nuova didattica formativa*, Vita e Pensiero, Milano, 2000, p. 48.
- Stein Edith, *Il problema dell'empatia*, Studium, Roma, 1985
- Viola Fabio, Idone Cassone Vincenzo, *L'arte del coinvolgimento. Emozioni e stimoli per cambiare il mondo*, Hoepli, Milano, 2017
- Za Stefano, *Internet of things. Persone, organizzazioni e società 4.0*, LUISS editore, 2018

SITOGRAFIA

200 Academy

Addis F., "Lavoratori Super Efficienti nell'Industria 4.0 grazie alla Realtà Aumentata", *200 Academy Blog*, 08/03/18. Si veda: <https://blog.200crowd.com> (01/06/19)

Adobe Blog

Redazione, "Art and Empathy - The virtual reality of social change", *Adobe Blog*, 05/01/17. Si veda: <https://theblog.adobe.com> (10/04/19)

ANIWAA

Cherdo L., "Types de casques VR-VR pour PC, VR autonome et VR pour smartphones", *ANIWAA*, 05/07/18. Si veda: www.aniwaa.com (10/04/19)

ArtLab

P. Mazzanti, "Innovazione e musei digitali del 21esimo secolo", *ArtLab*, 2016. Si veda: www.artlabsrl.eu (21/04/19)

BCG Blog

Bona C. et al. "Augmented Reality: Is the Camera the Next Big Thing in Advertising?", *BCG Blog*, 03/04/18. Si veda: www.bcg.com (10/03/19)

Redazione, "Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth", *BCG Blog*. Si veda: www.bcg.com (18/04/19)

Bricks

Fabbri F. L., "Divulgazione e popolarizzazione della scienza. Buone pratiche in Second Life", *Bricks*, 05/08/17. Si veda: www.rivistabricks.it (15/04/19)

EVS blog

Redazione, "Innovative Discoveries From the University of Illinois", *EVS*, 27/11/15. Si veda: www.evl.uic.edu (31/05/19)

Focus

Mantovani R., "La scienza in realtà virtuale", *Focus*, 27/03/17. Si veda: www.focus.it (31/05/19)

Istituto Auxologico Italiano

Redazione, "Riabilitazione con telepresenza immersiva virtuale". *Istituto auxologico Italiano Blog*. Si veda: <https://www.auxologico.it> (01/06/19)

Microsoft Blog

Redazione, "Hololens 2, la realtà mista è pronta per il business", *Microsoft Blog*. Si veda: <https://blogs.microsoft.com> (01/06/19)

Media INAF

Sandri M., "All'ombra dell'orizzonte degli eventi", *Media INAF*, 20/04/18. Si veda: www.media.inaf.it (20/04/19)

Nature

Matthews M., *Virtual-reality applications give science a new dimension*, «Nature», (30/04/18). Si veda: www.nature.com (27/04/19)

Observer

Bonazzo J., "How This 4-Minute Virtual Reality Short Is Taking on Climate Change" *Observer*, 24/04/18. Si veda: <https://observer.com> (19/04/19)

Overtdefense

Moss M., "Army Tests New Integrated Visual Augmentation System", *Overtdefense*, 20/05/19. Si veda: <https://www.overtdefense.com> (23/05/19)

PLOS

Herrera F., Bailenson J. et al., *Building long-term empathy: A large-scale comparison of traditional and virtual reality perspective-taking*, «Journal PLOS» (17/10/18). Si veda www.plos.org (10/04/19)

Provide Coalition

Antunes J., "One Strange Rock shows first-ever 3D Virtual Reality filmed in space", *Provide Coalition*, 18/04/18. Si veda: www.providecoalition.com (20/04/19)

Sant'Anna Magazine

Redazione, "Protesi robotiche e realtà virtuale: dalla collaborazione tra EPFL e Istituto di biorobotica della scuola Sant'Anna lo studio che permette al cervello umano di percepire come propria la mano artificiale", *Sant'Anna Magazine*, 23/07/18. Si veda: www.santannapisa.it (21/05/19)

Science Direct

Lin T. J. et al., *An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system*, (2013)
Si veda: www.sciencedirect.com (19/04/19)

Springer Open

Davelaar J. et al., *Observing supermassive black holes in virtual reality*, «Computational Astrophysics and Cosmology» (19/11/18). Si veda: www.springer.com (16/04/19)

Startup Italia

Carlino A., "A Bresso (Milano) la prima aula scolastica dedicata interamente alla realtà virtuale", *Startup Italia*, 22/01/19. Si veda: <https://ischool.startupitalia.eu> (18/04/19).

Taylor and Francis Online

Han S. J. et al., *The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior*, «Media Psychology - Taylor and Francis Group» (15/02/13). Si veda: <https://vhil.stanford.edu> (10/04/19)

Ted Talks

Bodekaer M., "This virtual lab will revolutionize science class", *Ted*. Si veda: www.ted.com (21/04/19)

De La Pena N., "Il futuro del giornalismo? Realtà virtuale", *Ted*. Si veda: www.ted.com (21/04/19)

Wired IT

Carnevale A., "Il giornalismo attraverso la realtà virtuale è informazione o esperienza?", *Wired*, 21/10/16. Si veda: www.wired.it (20/04/19)

Hejazi S., "Cos'è la realtà X, un modo per trattare l'autismo", *Wired*, 02/04/19. Si veda: www.wired.it (25/05/19)

De Mori M., "Chris Milk. La realtà virtuale è come il teletrasporto", *Wired*, 02/02/16. Si veda: www.wired.it (25/05/19)

Wired UK

Volpicelli G., "What's next for VR surgery?", *Wired*, 14/04/16. Si veda: www.wired.co.uk (31/05/19)

ELENCO IMMAGINI UTILIZZATE

Fig. 1: Sensorama Machine (Morton Heilig)

Cotton B., "Morton Heilig. Sensorama 1957", *Media Art Innovation*, 03/06/14. Si veda: <https://mediartinnovation.com> (10/03/18)

Fig. 2: Spada di Damocle (Ivan Sutherland)

Cella F., Rovelli M., "Luckey consegna i primi Oculus: dopo 50 anni di esperimenti il virtuale diventa reale", *Corriere della sera*, 28/03/16. Si veda: www.corriere.it (10/03/18)

Fig. 3: Aspen Movie Map (MIT)

Weber M., "Going Places: A History of Surrogate Travel and Google Maps with Street View", *Computer History Museum*, 22/06/12. Si veda: www.computerhistory.org (10/03/18)

Fig. 4,5,6: Principali visori per PC, Standalone e per smartphone

Cherdo L., "Types de casques VR-VR pour PC, VR autonome et VR pour smartphones", *ANI/WAA*, 05/07/18. Si veda: www.aniwaa.fr (10/04/19)

Fig. 7: Shafi Ahmed (Fonte: Medical Realities/PA)

Volpicelli G., "What's next for VR surgery?", *Wired*, 14/04/16. Si veda: www.wired.uk (31/05/19)

Fig. 8: Studenti del *Electronic Visualization Laboratory* con una delle prime versioni di *Cave*

Redazione, "Innovative Discoveries From the University of Illinois", *EVS*, 27/11/15. Si veda: www.evl.uic.edu (31/05/19)

Fig. 9: Stimolazione multisensoriale nella "Stanza magica" con bambini con disabilità intellettive (Fonte: Politecnico di Milano)

Redazione, "Autismo, apre la stanza 'magica' per i bimbi di periferia", *ANSA*, 02/04/19. Si veda: www.ansa.it (31/05/19)

Fig. 10: L'astronauta Koichi Wakata impegnato in una passeggiata spaziale in realtà virtuale (Fonte: NASA)

Mantovani R., "La scienza in realtà virtuale", *Focus*, 27/03/17. Si veda: www.focus.it (31/05/19)

Fig. 11: Microscopio ARM progettato da Google

Stumpe M., "Microscopio a realtà aumentata per il rilevamento tumorale", *Google Research blog*, 27/03/17. Si veda: <https://developers-it.googleblog.com> (31/05/19)

Fig. 12: Addestramento dell'esercito degli Stati Uniti con visori VR

James P., "The Gulf Between High End Military VR and Consumer VR is Rapidly Shrinking", *Road To VR*, 18/04/15. Si veda: www.roadtovr.com (31/05/19)

Fig. 13,14: Ara Pacis Augustae e rappresentazione di L'Ara com'era

Si veda: www.arapacis.it (31/05/19)

Fig. 15: Hunger in Los Angeles, 2012 (Nonny De la Peña)

Bajak A., "Nonny de la Peña is pioneering immersive journalism", *Storybench*, 03/03/15. Si veda www.storybench.org (31/05/19)

Fig. 16: Scien&Art, 2010

Karu A., "Scien&Art - evento conclusivo", *Aliza Karu Blog*, 13/06/10. Si veda: <http://alizakarusl.blogspot.com> (31/05/19)

Fig. 17: Studio del cuore umano in MR presso la scuola primaria Kennedy di Bresso

Carlino A., "A Bresso (Milano) la prima aula scolastica dedicata interamente alla realtà virtuale", *StartUp Italia*, 22/01/19. Si veda: <https://ischool.startupitalia.eu> (18/04/19)

Fig. 18: Knowbotic Research, Dialogue with the Knowbotic South, 1994 (Fonte: Wolfgang Woessner)

Si veda: <http://www.medienkunstnetz.de> (31/05/19)

Fig. 19,20: Percentual Arena e Breath (Ulrike Gabriel)

Si veda: <http://www.lillillill.de> (31/05/19)

Fig. 21: Immagine bidimensionale di una visione di Synapse

Si veda: Enrico T. De Paris: Synapse, <https://vitruviovirtualmuseum.com> (31/05/19)

Fig. 22: Alcuni studenti provano Space Descent VR

Redazione, "Space Descent with Tim Peake – VR Experience Tour Comes to TCA", Thomas Clarkson Academy. Si veda: www.thomasclarksonacademy.org (31/05/19)

Fig. 23: Visitatore alle prese con l'app GO!Muse

Si veda: Go!Muse, <https://www.muse.it> (31/05/19)

Fig. 24: Simulazione The Martian Virtual Reality Experience

Si veda: *The martian virtual reality experience*, www.museodellascienza.org (31/05/19)

Fig. 25: Particolare del MUSME

Si veda: www.musme.it(31/05/19)

Fig. 26: Particolare di Corporea

Si veda: www.cittadellascienza.it (31/05/19)